


BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.





Neues System

der

Pflanzen-Physiologie

von

F. J. F. Meyen,
Doctor der Philosophie, der Medicin und der Chirurgie, und aufserordentlicher Professor an der Königl. Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin.

Dritter Band.

Mit sechs Kupfertafeln in Quart.

Berlin, 1839.
Haude und Spenersche Buchhandlung.
(S. J. Joseephy.)

Vorwort.

Mit dem vorliegenden Bande schliefst dieses Buch über die Physiologie der Pflanzen; die Krankheiten, so wie die Morphologie der Pflanzen werden noch in besonderen, für sich bestehenden Werken abgehandelt werden. Die ganze Arbeit, welche ich hiemit dem geneigten Leser übergebe, ist auf Beobachtungen, und zwar auf Beobachtungen durch eigene Anschauung und Prüfung gegründet, denn überall suchte ich mich, so viel es nur immer möglich war, auch von der Richtigkeit der Beobachtungen meiner Vorgänger zu überzeugen.

Zwar ziemlich vertraut mit der Literatur der Pflanzen-Physiologie, habe ich dieselbe in diesem Werke dennoch nur in solchen Fällen vollständig angezeigt, wo dieses von besonderer Wichtigkeit war, denn es scheint mir, dafs die Lehrbücher dieser Wissenschaft allmälich zu voluminös und zuletzt ganz unlesbar werden müssen, wenn man den ganzen Ballast einer dreihundertjährigen Literatur immer wieder von Neuem mit herumzieht.

Die beiden ersten Bände dieses Buches sind in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Kritik angezeigt und zum Theil recensirt worden, ja einer und derselbe Recensent, nämlich Herr Prof.

C. H. Schultz, hat sich die Mühe gegeben dieses Buch sogar in verschiedenen Blättern mehr oder weniger ausführlich zu recensiren. Im Allgemeinen hat der gütige Recensent meine Arbeiten zwar gelobt, indessen die darin niedergelegten Resultate stimmen sehr häufig nicht mit den Tendenzen überein, welche derselbe Recensent überall zu verfechten strebt, daher wurden einzelne Stellen aus meinem Buche hervorgehoben und in ein so schlechtes Licht gestellt, wie es nur immer möglich war; ja um dieses noch kräftiger auszuführen, reiste der Recensent umher und suchte das Ausland wie das Innland von der Unfehlbarkeit seiner Ansichten zu überzeugen und gegen die Richtigkeit meiner ihm widersprechenden Beobachtungen einzunehmen.

Zuerst erschien im November-Hefte der kritischen Jahrbücher von 1837 eine Recension des ersten Bandes dieses Buches, angeblich von einem Schüler des Herrn Pr. C. H. Sch. einem Studierenden aus England, Ch. S....n unterzeichnet, worin ich sehr getadelt wurde, dafs ich das System der Pflanzen, welches Herr Pr. C. H. Sch. aufgestellt hat, nicht angenommen habe, indem gerade durch dieses zuerst wissenschaftlicher Geist in die Botanik gelangt sei. Dieser Tadel trifft mich nicht allein; ich befinde mich dabei in guter Gesellschaft, denn sämmtliche Botaniker haben jenes System ganz unbeachtet gelassen, und in diesem dritten Bande pag. 359 u. s. w. habe ich die Gründe vorgetragen, welche mich berechtigen bei Jussieu's natürlicher Eintheilung der Pflanzen zu bleiben. Aber es pafste sich

wohl überhaupt nicht, dafs das Urtheil eines Schülers über einen so schwierigen Gegenstand in den kritischen Jahrbüchern aufgenommen wurde.

Die verschiedenen Recensionen, welche Herr Pr. C. H. Schultz von dem zweiten Bande dieses Buches gegeben hat, kämpfen gegen die Beobachtungen über die verschiedenen Bewegungen, welche die Säfte in den Pflanzen zeigen. Ich glaube nachgewiesen zu haben, dafs die Rotationsströmung in den Zellen der Pflanzen eine sehr allgemein verbreitete Erscheinung ist, welche aber, und zwar oftmals in einer und derselben Pflanze, vielfach modificirt auftritt, und dafs die Bewegung des Milchsaftes, oder die sogenannte Circulation in den höheren Pflanzen eine, hievon ganz verschiedene Erscheinung ist. Herr Pr. C. H. Schultz ist aber nicht derselben Ansicht, er glaubt vielmehr annehmen zu können, dafs die feinen Saftströme, welche ich in den Haaren und den gewöhnlichen Zellen der höheren Pflanzen ganz allgemein beobachtet habe, mit dem Systeme der Milchsaftgefäfse im innigen Zusammenhange stehen, ja dafs sie die ersten Anfänge solcher Gefäfse wären, und daher auch von ihm den Namen der vasa laticis contracta erhalten haben. Die Rotationsströmungen im Zellensafte sollen nur in den Zellenpflanzen vorkommen, welche derselbe früher holzlose, gegenwärtig aber homorganische Pflanzen nennt; und die Circulation des Milchsaftes komme dagegen bei den Gefäfspflanzen vor, welche Herr Pr. C. H. Schultz früher Holzpflanzen, gegenwärtig aber heteroganische Pflanzen nennt.

Bei den Gelehrten vom Fache glaube ich nicht mehr nöthig zu haben diese, von Herrn Prof. C. H. Schultz aufgestellten Ansichten widerlegen zu müssen, denn dieselben sind schon durch die Menge von Thatsachen als grundlos beseitigt, welche ich über die Bewegung der Säfte in den Pflanzen im zweiten Bande dieses Buches mitgetheilt habe, und wenn man die Darstellung der Strömungen in der einfachen Achlya prolifera betrachtet, welche in Fig. 18. Tab. X. dieses Bandes gegeben ist, so wird man sich von Neuem überzeugen, dafs obige Angaben sehr irrthümlich sind, denn darnach müfste jener Fadenpilz zu den vollkommenen Pflanzen gruppirt werden.

Im Dec. 1838.

J. Meyen.

Inhalt.

Vierte Abtheilung.

Fünfte Abtheilung.

Erstes Capitel.

Zweites Capitel.

Drittes Capitel.

Viertes Capitel.

Fünftes Capitel.

Sechstes Capitel.

Siebentes Capitel.

Seite.

Achtes Capitel.

Vierte Abtheilung.

Von der Fortpflanzung der Gewächse.

Schon an verschiedenen Stellen der beiden vorhergehenden Bände ist es angedeutet worden, daſs man die Individualität der Pflanzen nicht mit derjenigen der Thiere vergleichen dürfe, vielmehr muſs man die Pflanzen als eine Anhäufung von Individuen betrachten, welche zwar ein gemeinschaftliches Leben führen, die aber, getrennt aus jener Gemeinschaft, unter gewissen Verhältnissen auch für sich allein fortbestehen können. Es giebt nur sehr wenige Pflänzchen, und diese gehören der niedrigsten Stufe des Gewächsreiches an, welche so einfach gebauet sind, daſs jedes Individuum aus einer einzelnen Zelle besteht; aber auch diese leben in gröſster Zahl gesellig neben einander, oft, wie die Protococcus- und Palmella-Arten, mit einem zarten Schleime umhüllt. Die Substanz dieser einfachen Pflänzchen, obgleich verschiedenartig, meistens schön grün gefärbt, ist noch so wenig ausgebildet, daſs sie, wie es die Palmellen sehr häufig zeigen, auf Jodine blau reagirt, also gröſstentheils aus Amylum besteht. Bei einer groſsen Reihe von niederen Pflanzen, als bei den Faden-Pilzen, den Conferven, den Ulven und Nostochineen, ist man dagegen schon zu der Ansicht berechtigt, daſs jede Zelle, woraus diese einzelnen Pflanzen gebildet sind, ein für sich bestehendes Individuum darstellt, welches zwar mit anderen gemeinschaftlich neben einander lebt, aber auch für sich allein Nahrung aufnimmt, dieselbe weiter verarbeitet, neue Substanz bildet und sich fortpflanzt. Diese Zusammenhäufungen von Zellen,

ähnlich den Pflanzen der genannten Familien, finden sich nun zwar auch bei allen höheren Gewächsen, doch bei diesen zeigt sich die Selbstständigkeit der einzelnen Zellen nicht mehr in einem so hohen Grade; denn sie nehmen zwar einzeln den rohen Nahrungssaft auf, und verarbeiten ihn zur Substanz für die neuen Bildungen, ja sie respiriren und bilden, aber keine Spur von Fortpflanzungs-Vermögen ist ihnen eigen.

Aber auch diese höheren Pflanzen sind Anhäufungen von mehr oder weniger vielen kleineren Individuen, denn jede Knospe, welche sich auf der einfachen Pflanze entwickelt, ist der Keim zu einer neuen, der Mutterpflanze ähnlichen Pflanze, und gleich mit der Ausbildung dieser Knospe zum jungen Triebe findet die Bildung neuer Knospen oder Keime für die künftigen Individuen statt, welche sich, in der folgenden Zeit, auf dem neuen Triebe auf ähnliche Weise entwickeln, und dabei mit der ursprünglich einfachen Pflanze, dem Mutter-Individuum gleichsam, durch Herabsendung von Holzbündeln, welche man defshalb bildlich für die Wurzelfasern der Knospe erklärt hat, auf eine solche Weise in Verbindung treten, dafs sämmtliche Individuen einer solchen hoch entwickelten Pflanze, eines dikotyledonischen Baumes z. B. gemeinschaftlich durch einen und denselben Theil, die Wurzel nämlich, ihre rohe Nahrung aufnehmen.

Die Knospen der Pflanzen, diese Keime künftiger Individuen können nach einem gewissen Grade von Ausbildung von der Mutterpflanze getrennt werden, ja in vielen Fällen, welche wir später speciell kennen lernen werden, trennen sie sich von selbst und entwickeln sich zu neuen Pflanzen, wenn man ihnen die passende Nahrung zukommen läfst.

Diese Ansichten von der Individualität der Pflanzen-Knospen sind gewifs schon sehr alt; Caspar Friedrich Wolff, welchen Deutschland stets zu seinen gröfsten Forschern zählen wird, nennt in seiner Theorie der Generation die Knospe oder das Auge, stets die einfache Pflanze, und

Erasmus Darwin *) hat diese Ansicht noch weiter ausgeführt; nach ihm ist die Pflanze aus eben so vielen Individuen zusammengesetzt, als dieselbe Knospen entwickelt hat, ja ein Baum ist hiernach als eine Familie oder ein Volk individueller Pflanzen anzusehen, gleich dem Polypen aus dessen Seiten junge Polypen hervorwachsen, oder dem Korallenstamme, in dessen Astzellen ebenso viel Thiere wohnen. So logisch richtig diese Annahme auch ist, so mufs man doch, wie ich glaube, Knospen und entwickelte Individuen, welche aus den Knospen hervorgehen können, nicht für gleichbedeutend halten, denn bei vielen Pflanzen gehen Tausende und Tausende von Knospen alljährlich zu Grunde, welche sich daher nie zu eigenen Individuen entwickeln. Will man die höher entwickelten Pflanzen in Hinsicht ihrer Individualität mit den Thieren vergleichen, so kann dieses höchstens mit den Polypen stattfinden, welche man auch sehr sinnreich Pflanzen-Thiere genannt hat; aber auch bei dieser Vergleichung wird man sehr bald auf wesentliche Verschiedenheiten stofsen, und nur für gewisse niedere Pflanzen wird diese Vergleichung vollständig passend erscheinen. Man wird hiebei gewifs erkennen, dafs eine Vergleichung zwischen Thieren und Pflanzen auch in Hinsicht ihrer Individualität, gar nicht so verwerflich ist, wie dieses wohl zuweilen gelehrt wird; überhaupt mufs man diejenigen Naturforscher, welche da glauben, dafs zwischen Pflanzen und Thieren in keiner Hinsicht eine Vergleichung statt finden darf, auf ein tieferes Studium der Organisation jener Geschöpfe, durch die ganze Reihe ihrer Formen hindurch, verweisen, denn solche Vergleiche lassen sich ohne specielle Kenntnisse in den verschiedenen Wissenschaften, welche über jene Gegenstände handeln nicht anstellen. Ja selbst wenn dergleichen Ansichten nur als Glaubensbekenntnisse angesehen werden sollten, so darf man dieselben nicht so bestimmt

---

*) Phytonomie oder philosophische und physische Grundsätze des Acker- und Gartenbaues. Aus dem Engl. von Hebenstreit. I. pag. 1.

verwerfen, wenn man nicht im Stande ist die Unhaltbarkeit, ja nicht einmal die Unwahrscheinlichkeit derselben nachzuweisen.

Die Fortpflanzung der Gewächse durch Knospen ist zwar nicht so gewöhnlich, als die durch Saamen, welche in Folge geschlechtlicher Vereinigung ausgebildet werden, aber bei vielen Pflanzen findet sie fast einzig und allein auf jenem Wege statt, man bezeichnet sie mit dem Namen der individuellen Fortpflanzung (Propagatio), und sie besteht in der Entwickelung (Evolutio) von Theilen, welche die Keime zu neuen Individuen enthalten, die durch Selbstbildung, d. i. durch das Wachsthum der Mutterpflanze hervorgegangen sind. Die andere Art der Fortpflanzung können wir die geschlechtliche (Generatio) nennen; sie besteht in der Entwickelung von Keimen (Saamen), welche aus der gegenseitigen Einwirkung verschiedener Geschlechts-Organe hervorgehen.

Erstes Buch.

Von der individuellen Fortpflanzung (Propagatio).

Die individuelle Fortpflanzung eines Gewächses umfafst jede Art von Vermehrung derselben, die nicht durch wirkliche Saamen ausgeführt wird; gewöhnlich nennt man diejenigen Gebilde, durch welche das Individuum einer Pflanze vermehrt wird: Knospen, Gemmen, Augen u. s. w. Diese Knospen sind in vielen Fällen so verschiedenartig gestaltet, und zeigen sich auch in ihrer Entwickelung so vielfach verschieden, dafs man ihnen verschiedene Namen beigelegt hat, welche wir in der Folge näher kennen lernen werden.

Bei den vollkommeneren Pflanzen wissen wir stets die Fortpflanzung durch Knospen und die durch Saamen sehr bestimmt zu unterscheiden, doch bei einigen niederen

Pflanzen, wo die Zeugung durch geschlechtliche Differenz noch nicht nachgewiesen ist, wie bei den Oscillatorien, vielen Algen, Pilzen und Flechten, da wird man öfters in Verlegenheit kommen zu bestimmen, ob eine gewisse Vermehrungs-Art derselben durch Saamen, oder ob sie durch Knospen, oder knospenartige Organe ausgeführt wird. Ja hier, bei diesen niederen Gewächsen, kommt noch eine andere, sehr eigenthümliche Vermehrungs-Art in Betrachtung, welche den höher entwickelten Geschöpfen durchaus gänzlich abgeht, nämlich die Vermehrung durch blofse Theilung, wie sie auch bei den niedrigsten Thieren, den Infusorien nämlich, beobachtet wird. Die Vermehrung der höheren Pflanzen durch Stecklinge oder Schnittlinge ist in keiner Hinsicht mit jener Fortpflanzung der niederen Gewächse durch Theilung zu vergleichen, denn bei jener sind es immer die Knospen, welche das Individuum fortpflanzen, mögen die Schnittlinge mit entwickelten Knospen eingesetzt werden, oder mögen sich die Knospen an denselben erst durch äufsere günstige Verhältnisse entwickeln.

Die specielle Betrachtung der individuellen Fortpflanzung beginne ich mit den am höchsten entwickelten Gewächsen, und komme dann zu den niederen und zu den einfachsten; es scheint mir wenigstens, dafs dieser Weg dem entgegengesetzten, auf welchem man mit den einfachsten Gewächsen anfängt, deren Vermehrung oft auf verschiedene Weise gedeutet werden kann, vorzuziehen sein möchte.

Erstes Capitel.

Ueber die Knospen der höheren Gewächse.

Da die individuelle Vermehrung der höheren Gewächse durch Knospen vermittelt wird, so werden unsere Untersuchungen mit der Betrachtung der Knospen dieser Gewächse

am zweckmäfsigsten beginnen müssen. Aus den bisherigen Beobachtungen der Gewächse geht hervor, dafs sich Knospen fast an allen Theilen derselben entwickeln können, ja bei den Gattungen Lemna, Riccia und Chara hat man bemerkt, dafs sich Knospen selbst in den Wurzelzasern und in den Wurzelhaaren entwickeln, doch diese Knospen sind in Hinsicht ihrer Form, ihrer Structur und ihrer Entstehung sehr verschieden von den gewöhnlichen der höheren Pflanzen.

Die Knospen der höheren Pflanzen zeigen ein Achsengebilde, welches eine unmittelbare Fortsetzung der Achse der Mutterpflanze ist; mag diese Knospenachse noch so kurz sein, so ist sie doch mit einer gewissen Anzahl von blattartigen Gebilden versehen, welche sie umfassen wie die Blätter den ausgebildeten Stengel, und unter dem Namen der Knospen-Schuppen, Knospen-Blättchen, Hüllblättchen u. s. w. bekannt sind. Aber der wichtigste Theil in jeder Knospe ist derjenige, aus welchem die Entwickelung des Schöfslinges hervorgeht, er ist in den Knospen verschiedener Pflanzen von verschiedener Gröfse und verschiedener Form, besteht aber immer aus einem sehr zarten und kleinmaschigen Zellengewebe, ähnlich dem Kerne (Nucleus) in dem unbefruchteten Eychen der Pflanzen, in welchem sich der Embryo der höheren Gewächse bildet. Dieser Theil ist die Spitze der Knospenachse, es ist der wahre Keim in der Knospe, der niemals fehlt, aber zuweilen nackt, meistens jedoch mit mehr oder weniger zahlreichen Hüllen, den Knospen-Blättchen, umkleidet auftritt; ich nenne ihn den Kern der Knospe, womit ich zugleich andeuten will, dafs die Entstehung des Kernes der Knospen und die des Kernes der Saamen auf ähnliche Weise vor sich geht. Diese Kerne sind oberflächliche Bildungen, bestehend in einem Aggregate von Zellen, welche nach den jeder Art determinirten Bildungsgesetzen an gewissen Stellen auftreten, und bei fortschreitender Ausbildung mehr oder weniger Zeichen von Selbstständigkeit geben. Der Kern der Knospe entwickelt sich

bei fortgesetzter Ernährung zum neuen Triebe, welcher das neue Individuum darstellt; der Kern des Saamens bedarf aber erst einer geschlechtlichen Vermischung, um in seinem Inneren den Embryo, den eigentlichen Kern des Saamens zu erzeugen, worüber wir in der Folge näheren Aufschlufs erhalten werden. Bei einigen Pflanzen, ich nenne als Beispiel nur die Gattung Poa unter den Gräsern, wächst aber auch der Kern des unbefruchteten Eychen's, bei unterdrückter Befruchtung, in ein neues, wenn auch sehr unvollkommenes Individuum aus, und man pflegt dergleichen Gewächse, freilich mit Unrecht, lebendig gebärende zu nennen. In der Folge werde ich auch noch andere Beispiele, von einem selbstständigen Fortwachsen des Nucleus des Eychen's, bei langsam vor sich gehender Befruchtung, anzuführen Gelegenheit haben.

Schon häufig hat man die Knospen mit den Saamen in Vergleich gestellt, aber in neueren Zeiten haben, besonders französische Botaniker, hierin mehr zu erklären gesucht, als die wirkliche Beobachtung der Natur gestattet. Die Knospen nannte Herr Turpin fixe Embryonen, im Gegensatze zu den Saamen, welche nach der Reife abfallen; der Vergleich wäre ganz passend, wenn wir auch wissen, dafs sich die Knospen vieler Pflanzen nach vollkommener Ausbildung von der Mutterpflanze ablösen, und dagegen die Saamen mancher Pflanzen auf der Mutterpflanze sitzen bleiben und zu neuen Individuen auswachsen; aber wir haben schon vorhin gesehen, dafs die Knospe mit dem unbefruchteten Eychen zu vergleichen ist, welches noch keinen Embryo hat; ja die unbefruchteten Eychen sind nichts Anderes, als Knospen, und die Eyhüllen sind mit den Knospenblättchen, den Kernhüllen der Knospen zu vergleichen. Unrichtig ist es aber, wenn man mit Herrn Turpin die Knospenblätter mit den Cotyledonen des Embryo's vergleicht.

Herr De Candolle *) versteht unter Knospe die ganze

---

*) Organographie végét. II. pag. 211.

Anhäufung von Schuppen oder Häuten, welche den jungen Trieb in seiner Jugend umgeben; dieser Begriff von der Knospe ist aber wesentlich verschieden von denjenigen der übrigen Botaniker. Die beste und passendste Definition von Knospe hat wohl Mönch *) gegeben; er versteht darunter diejenigen Theile der Pflanzen, durch welche sie auch ohne vorhergegangene Befruchtung vermehrt werden, die sich meistens auf der Aufsenseite der Pflanze, bei einigen auch unter der Erde vorfinden, deren Gestalt übrigens beschaffen sein mag, wie sie will. C. F. Wolff, der die Knospe oder das Auge der Pflanze, als die einfache Pflanze betrachtete, meint, dafs sich dieselbe von der Pflanze blofs dadurch unterscheide, dafs ihr Stamm noch sehr kurz, gleichsam zusammen gezogen ist, und folglich die Blätter auf solche Art zusammen geschoben sind, dafs immer die oberen von den unteren eingeschlossen und umgeben werden. Herr Meyer**) versteht dagegen unter einer Knospe im Allgemeinen die, schon äufserlich sichtbar gewordene Anlage eines oder mehrerer Pflanzenglieder derselben Reihe, was aber ebenfalls viel zu beschränkt zu sein scheint, denn man sieht nur zu oft, dafs mit diesen Anlagen schon wieder die jungen Knospen für das künftige Jahr in ihrer ersten Anlage erscheinen.

Ehe wir über den Bau und den Zusammenhang der Knospen mit ihrer Mutterpflanze sprechen, müssen wir auf die wesentlichsten Verschiedenheiten aufmerksam machen, welche die Knospen in Hinsicht ihres Vorkommens bei verschiedenen Gewächsen zeigen. Am häufigsten treten die Knospen der höheren Gewächse in den Achseln der Blätter auf, wo sie entweder genau in der Mitte sitzen oder auch, wie bei Taxus, bei der Raute u. s. w. mehr oder weniger seitlich verschoben sind. Dieses Auftreten der Knospen ist so allgemein, dafs ein Beobachter wie Caspar Friedrich Wolff glaubte sagen zu können***):

*) Einleitung in die Pflanzenkunde. pag. 67.

**) Die Metamorphose der Pflanze etc. — Linnaea VII. pag. 435.

***) S. dessen Theorie der Generation. Berlin 1764. pag. 194.

Ein Blatt kann nicht anders entstehen, als es mufs zugleich eine vollständige einfache Pflanze, d. i. eine Knospe entstehen, denn ein Blatt wäre nach seiner Ansicht nur eine Folge von dem ersten Anfange einer einfachen Pflanze. Das häufige Auftreten von Knospen ohne besondere Blätter, aber besonders die anatomische Untersuchung über den Abgang der Spiralröhren zu den Knospen und den dazu gehörigen Blättern zeigt jedoch ganz deutlich, dafs jene Ansicht Wolff's unhaltbar ist.

Man nennt die Knospen, welche in den Achseln der Blätter entstehen, achselständige oder axillare Knospen auch Seitenknospen, im Gegensatze zu denjenigen, welche am Ende eines Stengels, das ist eines Achsengebildes stehen und endständige, terminale oder auch Gipfel-Knospen genannt werden. Zuweilen treten die axillaren und die terminalen Knospen neben einander auf, und dann ist es leicht die Bedeutung derselben in physiologischer Hinsicht aufzufassen, was unsere Esche (Fraxinus excelsior) so besonders schön zeigt. Man sagt zwar, dafs die terminale Knospe den neuen Trieb beendet, während die axillaren Knospen den Anfang zum neuen Triebe enthalten, doch dieses ist offenbar willkürlich, denn man kann ebenso wohl sagen, dafs bei den Pflanzen mit Terminalknospen aus der äufsersten Spitze des ausgebildeten jungen Triebes eine neue Knospe, nämlich der Keim zur künftigen Verlängerung der Hauptachse gebildet werde, wie durch das Auftreten der Axillarknospen die Keime zu künftigen Trieben, welche sich seitlich aus der Achse der Pflanze entwickeln, gegeben werden.

Bei der Esche kommen die terminalen Knospen gröfstentheils mit den axillaren Knospen zu gleicher Zeit zur Entwickelung, sehr häufig, und besonders findet dieses an den unteren Aesten statt, kommen jedoch nur die terminalen Knospen zur Entwickelung und die axillaren bleiben entweder bis zum künftigen Jahre zurück, oder sie treiben zwar in eben demselben Sommer, aber mehrere Wochen, ja selbst Monate lang später. Das Auftreten der termi-

nalen Knospen mit axillaren zu den Seiten, findet man überhaupt bei Dicotyledonen mit opponirenden Blättern, wie es unsere bekannten Roſskastanien und die Ahorne so deutlich zeigen, doch in diesen beiden Fällen kommen an den Spitzen des Stammes und der Aeste nur die eigentlichen Gipfelknospen zur Entwickelung, welche den Stamm um eine Reihe von Internodien verlängern, welche für die Art sehr bestimmt ist. Die axillaren Knospen hingegen, welche der Gipfelknospe ebenso zur Seite standen, wie bei der Esche, kommen bei der Roſskastanie und dem Ahorne nicht zur Entwickelung, sondern sie schlagen fehl, so wie auch alle die kleinen Knospen, welche in den Achseln der Hüllblätter der Gipfelknospen enthalten waren. In anderen Fällen kommt die Gipfelknospe nicht zur Entfaltung, und es treiben nur die beiden Axillarknospen, wodurch eine gabelförmige Vertheilung der Aeste erfolgt; oder auch die Gipfelknospe ist eine bloſse Blüthenknospe, während die Axillarknospen, als sogenannte Holzknospen, welche bloſs Stengel und Blätter enthalten, dadurch ebenfalls eine gabelförmige Vertheilung der Aeste hervorbringen, wie wir es bei unserem spanischen Flieder (Syringa) sehen; oder es ist hier die Gipfelknospe ganz fehlgeschlagen, indem schon in der vorhergehenden Knospe die obersten Blättchen zurückblieben und abfielen, daher auch die daran sitzenden Knospen verschwanden. In einer Abhandlung des Herrn Vaucher *) findet man über diesen Gegenstand eine sehr groſse Reihe von Beobachtungen, welche noch sehr leicht zu vermehren sind; auch hat kürzlich Herr Ohlert **) eine sehr lesenswerthe Arbeit darüber mitgetheilt, welche zwar gröſstentheils von morphologischem Interesse ist, doch hebe ich folgende Resultate aus diesen Untersuchungen hervor: So fand Herr Ohlert,

*) Sur la sève d'Août et sur les divers modes de développement des arbres. — Mém. de Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. I. pag. 299.

**) Einige Bemerkungen über die Knospen unserer Bäume und Sträucher. — Linnaea von 1837. pag. 632—640.

dafs in den Knospen einiger Bäume und Sträucher schon mehr Blätter vorgebildet sind, als zur Entwickelung kommen sollten, worauf denn die Blättchen an der Spitze des Zweiges vertrockenen und nach einiger Zeit abfallen, wie z. B. bei der Syringa, weshalb denn auch hier keine Gipfelknospen entstehen. In anderen Fällen sind in der jungen Knospe weniger Blättchen, als der junge Zweig Glieder entwickelt, wie bei Ulmus campestris, Tilia europaea, wo dann ebenfalls keine Endknospen zur Entwickelung kommen, sondern die, zunächst der Spitze stehende Axillarknospe zur scheinbaren Gipfelknospe wird. In noch anderen Fällen, wo in der jungen Knospe weniger Blättchen vorkommen, als der junge Zweig Glieder entwickelt, da werden auch Gipfelknospen ausgebildet, wie z. B. bei Fraxinus, Acer, Cornus, Quercus u. s. w. Bei noch anderen Bäumen und Sträuchern enthalten die Knospen schon ebenso viele Blättchen oder Blattpaare, als der künftige Schöfsling Glieder entwickelt.

Ueber den Zusammenhang der Axillarknospen mit der Achse oder dem Stamme der Pflanze haben wir durch Hill *) und Herrn v. Mirbel **) sehr vollständige Untersuchungen erhalten, und ganz vortrefflich ist dieser Gegenstand von Herrn Treviranus ***) abgehandelt. Bei der Untersuchung junger Triebe in Hinsicht ihrer Verbindung mit jährigen Schöfslingen, zeigt es sich sehr deutlich, dafs nicht nur das Mark aus dem älteren Triebe unmittelbar in den jüngeren übergeht, sondern auch, dafs die Spiralröhren, welche dem Marke zunächst stehen, also die sogenannte Markscheide bilden, jenen Markauswuchs in den jungen Trieb hinein unmittelbar begleiten. Untersucht man aber diesen Gegenstand in viel früheren Zeiträumen, so wird man sich sehr bald überzeugen, dafs die Spiralröhren, welche den Markauswuchs unmittelbar begleiten, nicht etwa

*) The Construction of Timber etc. 1770. pag. 100 etc. Pl. 16.

**) Elém de Physiologie vévét. et de Botanique. Paris 1815. I pag. 125.

***) Physiologie der Gewächse. I. pag. 258.

durch einen Auswuchs des Markes mechanisch seitwärts hervorgetrieben sind, wie es sich eigentlich Hill dachte, sondern man wird sehen können, dafs diese Auswüchse des Markes, welches die ersten Keime zu den Seitenachsen sind, schon früher auftreten, als die Ausbildung der Markscheide geschieht, und hier ist es eben, wo man die Bedeutung des Markes erkennt, von welchem alle Bildungen der Pflanzen mittelbar oder unmittelbar ausgehen. Das Mark, aus einem zarthäutigen Parenchyme bestehend, bildet die eigentliche Achse der Pflanze, deren unmittelbare Fortsätze die Kerne der axillaren und terminalen Knospen sind; alle übrigen Stamm- und Stengel-Knospen gehen mittelbar aus dem Marke, nämlich aus den Markstrahlen der äufseren Holzschichten hervor, und wie es die Beobachtungen gegenwärtig vielfach gelehrt haben, so können fast aus allen Theilen der Pflanze, wo sich ein ähnliches parenchymatisches Zellengewebe befindet, wie jenes im Marke, neue Knospen hervorgebildet werden, worüber später ausführlich die Rede sein wird.

Bei der Entwickelung einer jeden jungen Pflanze aus der ersten Knospe, der Plumula, oder auch bei der Entwickelung des jungen Triebes aus einer gewöhnlichen Knospe, werden stets mit dem Hervorsprossen der jungen Blättchen auch schon die ersten Anlagen, d. s. die Knospenkerne zu den Trieben für die nächste Vegetationsperiode gebildet, und dieses gleichmäfsige Auftreten der Seitenachsen mit der Hauptachse ist die Ursache des regelmäfsigen Verlaufes der Spiralröhren in dem Umfange der zur Seitenachse ausgehenden Markmasse. Bei ausgebildeten Terminalknospen, wie z. B. bei der Rofskastanie (Aesculus Hippocastanum L.) und der Esche (Fraxinus excelsior L.), ist diese Verbindung der Knospen mit dem Marke besonders schön zu sehen.

Wenn man den jungen Trieb einer Rofskastanie mit seiner Terminalknospe etwa gegen den Anfang des Juni (zu Berlin nämlich), der Länge nach mitten durchspaltet und durch gehörige Vergröfserungen betrachtet, so wird

man Folgendes wahrnehmen. Der junge Holzring, so weit sich derselbe bis in die Nähe der Terminalknospe erstreckt, besteht noch aus den schönsten einfachen Spiralröhren, welche, mit einigen sehr zarten, länglichen Zellen untermischt, die künftige Markscheide bilden. Die Spiralröhren in der jungen Markscheide hören plötzlich auf; ihre Enden sind von demselben Umfange, als diese Spiralröhren in bedeutenderen Entfernungen von dem Ende des Triebes zeigen. Auffallend erscheint sogleich die becherförmige Erweiterung der cylindrischen Markscheide kurz vor ihrem Aufhören, wodurch die Markmasse, welche dies äufserste Ende der Markscheide erfüllt, jedesmal bedeutend umfangreicher ist, als in den tieferen Ständen derselben. Später verschwindet diese becherförmige Erweiterung der Markscheide mit der weiteren Ausbildung der Knospe, denn zur Winterzeit bildet das Ende der zum ersten Holzringe erhärteten Markscheide einen ziemlich regelmäfsigen Cylinder, dessen oberer Rand sich nach Aufsen zu abstutzt. Auf dem Längen-Durchschnitte jenes jungen Triebes der Rofskastanie wird zunächst die eigenthümliche Farbe des Markes auffallen, welche demselben in dem erweiterten Theile der Markscheide und darüber hinaus eigen ist; das ältere Mark, welches den ganzen übrigen Theil der Markscheide des jungen Triebes ausfüllt, erscheint ziemlich ungefärbt, fast wasserhell, und besteht aus grofsen und ziemlich straffen Parenchym-Zellen ohne alle Kügelchen. Diese ungefärbte Markmasse endet einige Linien von dem offenen Ende der Markscheide oder dem künftigen ersten Holzringe, mit einer convexen Oberfläche, und unmittelbar darüber beginnt die erweiterte Markmasse mit einer entsprechenden concaven Fläche, welche sich durch eine hellgrünliche Färbung auszeichnet, die durch den Inhalt der Zellen dieses Markes verursacht wird. In Pflanzen, welche reich an Gerbsäure sind, wird diese Markmasse, sobald sie einige Zeit hindurch der Luft ausgesetzt ist, braungelblich gefärbt, und in den alten und mehrjährigen Aesten der Rofskastanie fällt dieser Theil des Markes, welcher stets diejenige Stelle

der Markscheide ausfüllt, wo früher die Terminalknospen gebildet wurden, auf dem Längendurchschnitte ganz besonders in die Augen, sie zeigt meistens die Länge von 1½ bis 2 Linien und darüber, ist sowohl auf ihrem unteren, als auf ihrem oberen Ende mit einer concaven Fläche versehen, welche durch die starke, gelbbraune Färbung des Ganzen so höchst auffallend von dem angrenzenden ungefärbten Marke abstechen.

Durch diese eigenthümliche Färbung des Markes an den Enden eines jeden jährigen Schöfslinges der Rofskastanie und vieler anderer Pflanzen kam Medicus zu der Ansicht über die Scheidewände in der Markhöhle, worüber er in seinen verschiedenen Schriften *) die Botaniker bis zum höchsten Grade gelangweilt hat; durch seine Scheu gegen die Mikroskope, kam derselbe nicht einmal zu der Erkenntnifs der Structur dieser Scheidewände, denn er glaubte, dafs sie aus Holzfasern zusammengesetzt wären. Das Vorkommen solcher besonderen Scheidewände in dem Marke, wodurch dasselbe vielfach in seinem Zusammenhange unterbrochen würde, sollte die hohe Wichtigkeit, welche Linné dem Marke der Pflanzen beigelegt hatte, herabsetzen. Durch oberflächliche Untersuchungen kam Medicus zu dem irrigen Resultate, nach welchem er das Mark nur zur Niederlage von Feuchtigkeit bestimmt glaubte, damit diese im erforderlichen Falle, als Aushülfe abgeliefert werden könnte; jene Scheidewände aber, von welchen vorhin die Rede war, wären nur bestimmt um den Ausflufs der Feuchtigkeit nach der Krone des Baumes zu verhindern oder ganz zu verwehren, und das Verschwinden des Markes, welches in einigen Bäumen nach späteren Jahren stattfindet, werde dadurch erklärt, dafs die vielen Jahresringe des Holzkörpers eben denselben Nutzen leisteten!

Indessen sobald man die Structur jener Scheidewände

---

*) Acta Theodoro-Palat. Tom. VI. phys. pag. 446—456. — Beiträge zur Pflanzen-Anatomie, Pflanzen-Physiologie u. s. w. Fünftes Heft. 1800. pag. 365. u. s. w. — Pflanzen-physiologische Abhandlungen. I. Leipzig 1803. pag. 56. u. s. w.

des Markes gleich bei ihrer ersten Bildung beobachtet, so wird man sehr bald das Irrige jener Ansichten von Medicus einsehen; schon lange vor ihm war der Zusammenhang des Markes der Aeste mit dem Marke des Stammes nachgewiesen, welcher ihm entging. In Acer tartaricum und in den Weiden sah auch Medicus diesen Zusammenhang des Markes zwischen Stamm und Aesten, aber er glaubte sich selbst nicht.

Wir kommen wieder zurück zu der ferneren Betrachtung der Längendurchschnitte des jungen Triebes der Rofskastanie mit seiner Terminalknospe. Die grünlich gefärbte Markmasse, welche das Ende der becherförmig erweiterten Markröhre erfüllt, ist nach der Ueppigkeit des Jahrestriebes in Hinsicht der Gröfse etwas verschieden, und ragt bald mehr bald weniger tief in die Markscheide hinab, ja zuweilen setzt sich die grünliche Färbung der unteren hervorspringenden Ränder auf die innere Fläche der Markscheide weiter fort, ja oftmals, wie z. B. bei der Esche, was auch schon Medicus bemerkt hat, bis zur nächsten Markscheidewand. Das Mikroskop zeigt, dafs die Ursache jener grünlichen Färbung, welche in diesem letzteren Falle der äufserste Umfang des Markes zeigt, durch grünlich gefärbte Amylum-Kügelchen verursacht wird, die in den Zellen des Umfanges des Markes abgelagert sind. In solchen Gewächsen, wie bei dem Weinstocke, wo in dem Holzkörper des Stengels eine verhältnifsmäfsig sehr grofse Menge von Amylum abgelagert ist, da pflegt auch das Mark im ersten Jahre ganz und gar mit Amylum erfüllt zu sein, welches durch einen Anflug von Chlorophyll eine grünliche Färbung erhält und dadurch die ganze Markmasse färbt. Diese Farbe des Markes verschwindet wieder, sobald das Amylum aufgelöst und fortgeführt ist.

Ueber die Oeffnung der Markscheide am Ende des Triebes, ragt diese grünliche Markmasse in Form eines regelmäfsig abgerundeten Hügels hervor, und diese Form ändert sich bei der Rofskastanie, wie bei den anderen Pflanzen mit Terminalknospen, nach der Zeit der Vegetation.

Im Anfange des Juni beträgt die Höhenachse dieses, die Knospe tragenden Markhügels etwa $\frac{2}{3}$ seines Breiten-Durchmessers; die äufsere Bekleidung desselben besteht in einem kleinmaschigen bräunlichen Zellengewebe, woraus die spätere Rinde des künftigen Schöfslinges hervorgeht, und sich unmittelbar in den äufseren Zellenschichten der einzelnen Blättchen fortsetzt, welche die Schuppen oder Hüllblättchen der Terminalknospe bilden. Auf der höchsten Spitze jenes Hügels, in der Mitte aller Knospenblättchen, befindet sich der Knospenkern; es ist eine kleine, länglichte, an der Spitze abgerundete Hervorragung, welche aus einem ganz weichen, noch unausgebildeten Zellengewebe von grünlich weifser Farbe besteht, und unmittelbar als eine Fortsetzung des Markhügels erscheint. Von der Basis dieses Knospenkernes erstreckt sich, dicht unter der Rindensubstanz, über die ganze Oberfläche des Markhügels eine dünne, äufserst zarte und durchsichtige Zellenschicht; die Membranen dieser, etwas länglichen Parenchym-Zellen sind äufserst fein und ganz ungefärbt, und der Inhalt dieser Zellen scheint in einem gelösten Gummi zu bestehen. Diese weifse Zellenschicht scheint an der Basis des Knospenkernes mit dem zarten Markgewebe innig verschmolzen zu sein und ferner mit dem Inneren eines jeden Blättchens der Knospe in unmittelbarer Verbindung zu stehen; so erstreckt sie sich über den ganzen Markhügel, und geht in das zarte Zellengewebe über, welches sich äufserlich über die Spiralröhrenschicht der noch unverholzten Markscheide hinzieht und künftig unmittelbar in die Substanz der Bastschicht umgewandelt wird. Die Zellen sind prismatisch, meistens 4-, 5- oder 6seitig, sie stehen mit ihren Enden genau über einander, und nach Resorbtion ihrer Scheidewände wandeln sie sich in die einzelnen langen Baströhren um; diese Verwachsungen geschehen aber so innig, dafs man ihre Vereinigung bis jetzt noch nicht an ausgebildeten Baströhren bemerkt hat. Die durch Verwachsung der kleineren Zellen entstandene Röhre, bildet die erste oder ursprüngliche Schicht der späteren Baströhre, deren Ver-

dickung dann durch Anlagerung neuer Schichten geschieht, in welchen man häufig die spirale Structur so überaus deutlich wahrnehmen kann. Ich ward zur genauern Untersuchung dieses Gegenstandes durch die kleine Entdeckung geleitet, welche Herr Professor Mitscherlich und ich im vergangenen Winter an der Flachsfaser zu machen Gelegenheit hatten. Es zeigte sich nämlich die auffallende Erscheinung, dafs die gereinigten Flachsfasern, so wie auch alte Leinen, wenn sie in Salzsäure gekocht wurden, mehr oder weniger plötzlich in sehr kleine glänzende Theilchen zerfielen, welche sich in der Flüssigkeit bald zu Boden setzten. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dafs diese Theilchen ziemlich von gleicher Länge waren, und durch ein sehr regelmäfsiges Zerfallen der Flachsfaser gebildet, so dafs jedes Theilchen in einem kleinen Ende der cylindrischen oder prismatischen Röhre der Flachsfaser bestand. Zuweilen waren einzelne Stücke bedeutend länger, dann aber konnte man mehr oder weniger deutlich sehen, dafs auch diese noch aus mehreren kleinen zusammengesetzt waren, welche den vorigen in der Länge glichen u. s. w. *).

Bei der darauf folgenden Entwickelung der Knospe zum neuen Triebe, bemerkt man eine stete Vergröfserung des Markhügels an seiner Spitze, wodurch sich die Längenachse desselben vergröfsert, den Kern mit seinen ersten Blattanfängen, gleichsam aus den Knospen-Blättern hinausschiebt, und auf diese Weise das Mark des neuen Schöfslinges bildet. Mit diesem Auswachsen der Markmasse ist zugleich eine Zusammenziehung oder Verkleinerung der Basis des Markhügels und die Verlängerung der Spiralröhren mit den dazu gehörigen Holzzellen, welche die Markscheide bilden, begleitet. Die dem Marke zunächst liegenden Spiralröhren sind einfache, oft dicht, oft weitläuftig gewundene und mit der zarten Spiralröhren-Membran umgebene Gefäfse, welche nur Saft und nicht Luft führen;

*) S. Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte. 1838. I. pag. 297.

die darauf folgenden sind jedoch mehr oder weniger ausgebildete, gestreifte oder getüpfelte, meistens sehr kurz gegliederte Röhren mit sehr feinen Tüpfeln besetzt. In Folge meiner Untersuchungen, möchte ich mit aller Bestimmtheit aussprechen, dafs sich die Enden dieser Spiralröhren der Markscheide des alten Triebes in die Spiralröhren der Markscheide des neuen Triebes unmittelbar fortsetzen, ja ich habe nicht einmal wahrnehmen können, dafs diese Spiralröhren des alten und des neuen Triebes etwa durch eine Gliederung getrennt sind. Es ergiebt sich hieraus ein ununterbrochener Zusammenhang der Spiralröhren der Markscheide, von dem ersten Knoten des Embryo bis zu den Spitzen der äufsersten Aeste eines jeden Laubholzes, und es werden hiedurch wiederum mehrere Erscheinungen erklärlich, welche nur durch ein schnelleres Steigen des Saftes in diesen zusammenhängenden Spiralröhren der Markscheide eintreten können. Als z. B. das frühere Ausschlagen der Knospen an den Spitzen der Laubbäume, und das schnellere und üppigere Wachsen dieser äufsersten Aeste, welche alle durch Terminal- und Axillarknospen entstanden sind, und jene zusammenhängenden Spiralröhren der Markscheide haben, während die übrigen Knospen, welche aus den Markstrahlen hervorgehen, nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit der Markscheide des Stammes und dessen Aesten stehen. Vieles mag hiebei allerdings auch durch die stärkere Verdunstung derjenigen Theile bewirkt werden, wo die gröfsten Massen der zartesten noch weniger erhärteten und verdickten Pflanzen-Substanz vorkommen; nach solchen Stellen kann der rohe Nahrungssaft in so grofser Masse hingezogen werden, dafs andere daneben stehende Aeste, besonders die, welche aus Adventivknospen entstanden sind, mehr oder weniger zurückgehalten werden, ja oft ganz verhungern. So sieht man nicht selten an alten Rofskastanien-Bäumen, dafs kleine Zweige der untersten Aeste oft 5, 6 und 8 Jahre alt sind, aber erst die Länge von 4 oder 5 Zoll erreicht haben; auf dem Längendurchschnitte giebt dann die Zahl der braunen Mark-

scheidewände die Zahl der Jahre des Astes an, welche man auch schon auf der Oberfläche durch die Narben der abgefallenen Knospen-Schuppen zählen kann. Die eigenthümliche Stellung der Knospen bei einer grofsen Anzahl von Coniferen, von welcher dann auch die Stellung der Aeste abhängt, deren Markscheide dabei stets in offenster Verbindung mit der Markscheide des Stammes steht, möchte es im Gegentheil auch erklären, dafs diese Bäume durchschnittlich von unten nach oben ihre Knospen entwickeln.

Es ist mir sehr wahrscheinlich, dafs das Herabsteigen des in den jungen Blättern zubereiteten Bildungssaftes, erst nach einer gewissen Längenausdehnung des Stengels des neuen Triebes stattfindet, und je länger dieser wird, und je mehr Blätter sich an demselben entwickeln, um so mehr steigt von jenem Bildungssafte herab, wodurch die Markscheide, je näher der Basis des jungen Triebes, immer dicker und so zum vollständigen ersten Holzringe umgewandelt wird; während der übrige, immer tiefer und tiefer herabsteigende Saft, die Bildung des neuen Holzringes für die früheren Triebe bewirkt, wobei, wenigstens in den Laubhölzern, stets nur getüpfelte oder zum Theil gestreifte und kurzgegliederte Spiralröhren gebildet werden, deren Metamorphose aus einfachen Spiralröhren nicht so offenbar nachzuweisen ist, wie dieses im Stengel der krautartigen Gewächse ausgeführt werden kann. Ja man glaubte sogar sagen zu dürfen, dafs diese getüpfelten Spiralröhren gar nicht aus einfachen Spiralröhren, sondern aus Zellen entstehen, deren Querwände durchbrochen werden. Ich theile gegenwärtig diese Ansicht, aber, wie ich es stets zu beweisen gesucht habe, Spiralröhren und Zellen sind nur Modificationen eines und desselben Grundgebildes, die in ihren Extremen zwar auffallend verschieden erscheinen, in den nahestehenden Formen aber unmittelbar in einander übergehen; so wie man die Bildung der Spiralfasern in den Zellen der Antheren, besonders leicht aber in den Schläuchen der Schleuderer der Lebermoose verfolgen kann, so sieht man hier in dem jungen Triebe, bei der Bildung

der Holzmasse aus dem herabsteigenden Bildungssafte, dafs zuerst zarte Parenchym-Zellen auftreten, welche in Reihen über einander gestellt sind und sich durch ihre Gröfse auszeichnen. In diesen zarten Schläuchen oder Zellen, welche mit denjenigen, die sonst die einfachen Glieder der weitläuftig gewundenen Spiralröhren umschliefsen, von gleicher Bedeutung sind, bilden sich neue Schichten, welche sich der inneren Fläche anlagern und diesen Gebilden das Ansehen der getüpfelten oder gestreiften Spiralröhren geben. So wie bei den einfachen Spiralröhren die Faser als die zweite Schicht anzusehen ist (S. Bd. I. pag. 118.), ebenso verhält es sich hier mit der Bildung der getüpfelten Wände; die Substanz, welche dazu verwendet wird, die man nicht selten vorher noch in Form von Kügelchen beobachten kann, wird nach bestimmten spiralen Richtungen an einander gefügt, und diese spiralen Bildungen verwachsen gegenseitig und mit der umhüllenden Membran in der Art, wie ich es im ersten Theile pag. 148 näher beschrieben habe. Die Resorbtion der Querwände, welche die aufeinanderstehenden Glieder darbieten, ist schwerlich unmittelbar zu beobachten, doch mufs man aus den ferneren Bildungen auf dieselbe schliefsen. (S. Bd. I. pag. 133.)

Die Form der Baumstämme, ob dieselben cylindrisch oder ob sie kegelförmig zugespitzt sind, läfst sich aus dem Vorhergehenden erklären. Von dem Abgange des einen Astes, bis zum Ansatze des zunächst darauf folgenden, ist die Dimension des Stammes fast vollkommen gleich, was besonders schön bei den Abietineen und einigen anderen Gruppen der Coniferen stattfindet; die Dimensionen des Stammes nehmen aber ziemlich regelmäfsig mit jedem tiefer stehenden Aste zu. Will man cylindrische Baumstämme erziehen, so mufs man die unteren Aeste schon früh vom Stamme entfernen, damit sich der herabziehende Bildungssaft von den zurückgebliebenen untersten Aesten bis zur Wurzel gleichmäfsig ergiefst; aber auch hiebei wird die Basis des Stammes immer bedeutend dicker werden, indem die Anhäufung des herabsteigenden Bildungssaftes, oder

vielmehr die Stockung desselben bei jedem vorkommenden Hindernisse, eine gewöhnliche Erscheinung ist.

Wenn die Entwickelung des jungen Triebes aus der Terminalknospe stattgefunden hat, so fallen die Knospenblätter ab, was bei einigen Pflanzen früher, bei anderen später erfolgt, und dann kann man wenigstens ganz deutlich sehen, dafs auch diese Blättchen, deren Narben in mehr oder weniger auffallenden Formen zurückbleiben, in ihren Achseln kleine Knospen trugen, welche aber nicht zur Entwickelung kamen. An diesen zurückbleibenden gedrängt stehenden Narben der Knospen-Blättchen erkennt man alsdann, selbst noch in sehr späten Zeiten, das Ende und den Anfang zweier auf einander stehender Triebe, und man kann auf diese Weise das Alter eines jungen Stammes, so lange die Rinde desselben noch nicht zerrissen ist, und besonders das der Aeste zählen, denn jene Narben in so regelmäfsiger Form, wie bei der Esche u. s. w. gehören stets den Terminalknospen an. Medicus hat auf diesen Gegenstand vielleicht zuerst aufmerksam gemacht, der aber eine umsichtige Beobachtung verlangt, wenn man dadurch das Alter eines Baumes bestimmen will; es ist z. B. bekannt, dafs die Axillarknospen an den Enden der Triebe der Esche, wo sie neben der Terminalknospe stehen, nicht mit dieser gleichzeitig, sondern meistens erst im nächsten Jahre zur Entwickelung kommen, weshalb man an den Aesten, welche aus solchen Knospen hervorgegangen sind, ein Jahr zu wenig erkennen würde, was daselbst aber auch bei dem Zählen der Jahresringe stattfinden mufs.

In neueren Zeiten ist man darauf aufmerksam geworden, dafs die Axillarknospen sehr häufig zu mehreren beisammen sitzen, und da man in dergleichen Fällen gewöhnlich eine Knospe weiter entwickelt vorfindet, als die daneben sitzenden, so nannte man diese die Hauptknospe und die daneben sitzenden die Beiknospen. Die Herrn Roeper und E. Meyer haben sich grofse Verdienste um die Wissenschaft erworben, indem sie das Vorkommen dieser Beiknospen bei einer sehr grofsen Zahl von Familien

nachgewiesen haben, als z. B. bei den Euphorbiaceen, Chenopodiaceen, Primulaceen, Capparideen, Rutaceen, Malvaceen u. s. w. ja es scheint, dafs das Vorkommen derselben sehr allgemein verbreitet ist, nur bei einigen Familien treten sie häufiger, bei anderen seltener auf; Herr Link *) hat jedoch das Vorkommen von dergleichen Knospen zuerst gelehrt, und nannte sie sehr passend aggregirte Knospen (gemmae aggregatae); er machte schon darauf aufmerksam, dafs man bei den Malven in einer und derselben Achsel sowohl Blätter- als auch Blüthentragende Aeste findet. Herr Roeper **) sah dann, dafs bei den Euphorbien, bei Ballota und bei Lonicera in der Achsel eines Blattes mehrere Knospen oder Aeste vorkommen.

Beiknospen treten nicht nur bei den Dicotyledonen auf, sondern auch bei den Monocotyledonen, wie es das Vorkommen der Bulbillen in den Achseln der Blätter vieler Lilien-Gewächse zeigt, denn diese Bulbillen sind nichts weiter als Knospen; sie treten sehr häufig zu 2, 3 und in noch gröfserer Anzahl auf, doch habe ich in den ersteren Fällen keine Gröfsenverschiedenheit zwischen den nebeneinander sitzenden Knospen bemerken können, daher hier weder von einer Haupt- noch von einer Beiknospe die Rede sein kann. Auch bei einer Cycas revoluta habe ich in den Blattachseln an der Basis des Stammes mehrere Knospen neben einander gesehen, und bei den Zwiebeln ist es gerade nicht sehr selten, dafs zwei und noch mehr kleine Zwiebelknospen oder Brutzwiebeln in der Achsel einer Zwiebelschuppe vorkommen.

Her Meyer lehrte schon, dafs die Beiaugen gewöhnlich erst gegen den Herbst hervortreten, nachdem die dazu gehörigen Blätter dem Welken nahe sind, und ich möchte einen merkwürdigen Fall anführen, der wie ich glaube, ebenfalls hieher gehört. Die strenge Kälte im vergangenen

*) Elem. philos. bot. 1824. pag. 216.

**) Enumerat. Euphorbiarum. Gottingae 1831. pag. 26.

Winter hatte im hiesigen Garten den Rhododendren grofsen Schaden gethan; die Blätter und die jungen Aeste derselben waren gröfstentheils erfroren, aber spät im Frühjahr zeigten sich auf der Oberfläche der Stämme eine Menge von jungen Knospen, welche, wie es die Untersuchung lehrte, dicht neben den Narben der schon früher mit den Blättern abgefallenen Axillarknospen hervorkamen und sich zu neuen Aesten entwickelten. Auf einigen Stämmen war die Erscheinung sehr gewöhnlich, auf anderen dagegen fand sie nur in kleinen Strecken statt. Auch sieht man bei der Mistel, dafs die Beiknospen oftmals zur Entwickelung gelangen, wenn die Hauptknospe schon lange zum Aste ausgebildet ist. Die Beiknospen, sagt Herr Meyer*) bilden sich entweder unter oder über, oder neben dem Hauptzweige, und scheinen dadurch für gewisse Arten, Gattungen und selbst Familien eine noch unbenutzte Reihe von Merkmalen, theils der Verwandtschaft, theils der Verschiedenheit darzubieten. Hiernach werden die Beiknospen in unterständige, überständige und nebenständige unterschieden, im letzteren Falle können sie nur auf einer Seite ausbrechen, wie bei Pisonia aculeata, Psoralea bituminosa und palaestina und bei vielen Malvaceen, oder sie treten zu beiden Seiten hervor, wie bei Syringa persica, Symphoricarpus racemosus u. s. w. Die unterständige Stellung der Beiknospen ist nach Herrn Meyer's Angabe die gemeinste, dagegen die überständige Stellung wohl die seltenste sein mag; sie ist bei Lonicera Xylosteum und L. coerulea nicht selten. Man hat schon bei verschiedenen Pflanzen beobachtet, dafs die Zahl der überständigen Beiknospen oft bis weit über drei steigt, was nämlich in der Blüthe der Fall ist. Ich führe noch die kreisständige Stellung der Beiknospen auf, welche ebenfalls nicht so selten vorzukommen scheint, denn Herr Bischoff beobachtete bei dem Aprikosenbaum, dafs in einem Blattwinkel 3, 4, 5 und 6 Beiknospen rings um die Haupt-

*) S. Linnaea. VII. pag. 442.

knospe herum vorkamen, und ich habe denselben Fall an den Bulbillen der Feuerlilie bemerkt. Das Auftreten der Beiknospen scheint stets ein Zeichen von üppiger Vegetation des Gewächses zu sein, an welchem dieselben vorkommen; so ist auch die Bulbillen-Bildung bei den Liliaceen an solchen Exemplaren sehr allgemein, welche durch ihr üppiges Wachsthum die Früchte zur Reife bringen, was bekanntlich in unseren Gärten doch nur selten gelingt. Ob aber die Stellung dieser Beiknospen für verschiedene Gewächse so constant ist, dafs man sie zur Characteristik von Gattungen und Familien benutzen könnte, scheint erst durch neue Beobachtungen dargethan werden zu müssen, die wenigen aber, welche ich selbst über diesen Gegenstand angestellt habe, sprechen nicht sehr dafür.

Herr Roeper *) nannte diese Knospen die beiläufigen oder accessorischen (gemmae accessoriae) und macht darauf aufmerksam, dafs sie sehr bestimmt von den Adventivknospen zu unterscheiden sind, von denen im Folgenden die Rede sein wird.

Aufser den terminalen und den axillaren Knospen mit ihren Abarten unterscheidet man noch die zerstreuten Knospen, welche von Du Petit-Thouars **) zuerst mit einem besonderen Namen belegt wurden, indem er sie Adventivknospen (bourgeons adventif, gemmae adventitiae) nannte. Herr Roeper ***) beobachtete das Vorkommen einer solchen Knospe selbst an der jungen Pflanze von Euphorbia Peplus u. s. w. dicht unterhalb der Cotyledonen, worüber später, wenn von dem Embryo des Saamens die Rede sein wird, ausführlichere Mittheilungen gemacht werden sollen.

Das Vorkommen der Adventivknospen ist gewifs sehr allgemein verbreitet, ja ich glaube nicht zu viel zu sagen, wenn ich die Möglichkeit des Auftretens derselben, wenig-

---

*) Linnaea von 1826. pag. 462.

**) Essais sur la végét. — De la Culture considerée dans la reproduction par Bourgeon. pag. 241.

***) Enumeratio Euphorbiarum. Gottingae 1824. pag. 19.

stens bei allen Dicotyledonen annehme. Sie sind es, welche an den alten Stämmen unserer gewöhnlichen Waldbäume zur Rinde hervorbrechen und die spätern Seitenschöfslinge veranlassen, und sie sind, ebenso wie die übrigen Knospen, bald blättertragend, bald blofse Blüthenknospen, bald bringen sie Blüthentragende und belaubte Aeste hervor.

Die Untersuchung über den Zusammenhang der Adventivknospen mit den wesentlichen Theilen der Pflanze, aus welchen die übrigen Knospen hervorbrechen, ist sehr schwer auszuführen; sie erscheinen auf der äufseren Fläche des Holzkörpers und brechen durch die Rinde hindurch, wenn dieselbe damit bedeckt ist. Der Zusammenhang der Adventivknospen mit den Markstrahlen ist ganz bestimmt nachzuweisen; es geht das Zellengewebe des Markstrahles ebenso in die Marksubstanz der neu gebildeten Achse aus, als wir den Uebergang der Markmasse bei den Axillarknospen kennen gelernt haben; und ebenso kann man den unmittelbaren Uebergang der Spiralröhren der neuen Splintlage in die Spiralröhren der jungen Markscheide des Schöfslinges wahrnehmen.

Man hat die Adventivknospen auch unter dem Namen der verborgenen Knospen (bourgeon latent.) verstanden, denn sie sind es gerade, welche man durch künstlich geleitete äufsere Verhältnisse fast in jedem Theile der Achsengebilde hervorrufen kann, obgleich von ihnen vorher keine Spur wahrzunehmen ist. Da aber die Markstrahlen, wie wir es im ersten Theile dieses Buches kennen gelernt haben, überall auf der Oberfläche der Stämme und der Aeste auslaufen, so ist denn auch überall die Möglichkeit für die Bildung der Adventivknospen gegeben, und zwar nicht nur an den aufsteigenden Theilen des Achsengebildes der Pflanze, sondern auch an den herabsteigenden derselben, welche unter dem Namen der Wurzeln bekannt sind. Es ist eine schon längst bekannte Thatsache, dafs die Adventivknospen an manchen gestutzten Bäumen, in unendlicher Menge zum Vorschein kommen, obgleich vorher von denselben keine Spur vorhanden war. Es sind aber

nicht nur die Adventivknospen, als verborgene Knospen zu bezeichnen, sondern man kennt es auch von den Axillarknospen der Monocotyledonen, dafs sie nämlich in den Achseln der Blätter hervortreten können, wo man von ihnen früher keine Spur wahrnahm. Das Auftreten der Axillarknospen ist bekanntlich bei den Monocotyledonen etwas selten, es kann aber dadurch befördert werden, dafs man die Spitze des Gewächses oder dessen Terminalknospe zerstört.

Die verborgenen Knospen sind nicht mit den versteckten zu verwechseln, welche oft in besonderen Vertiefungen der Blattstiele vorkommen, und sich dem Auge gänzlich entziehen, wie z. B. bei der Ptelea trifoliata, Rhus typhinum u. s. w.

Die Knospen in Form von Knollen.

Im Vorhergehenden haben wir die Knospen unter Verhältnissen kennen gelernt, welche sie bei ihrem Auftreten an den Achsengebilden der höheren Pflanzen darbieten; sie erschienen hier stets als die neuen Anlagen zu neuen Achsen oder neuen Aesten und Zweigen, und traten so gesondert von der Mutterpflanze auf, dafs sie zu gewissen Zeiten entweder ohne Nachtheil abgenommen und für sich allein zur ferneren Entwickelung gebracht werden können, oder auch von selbst abfallen und sich als selbstständige Individuen entwickeln. Ja bei einigen einjährigen Stengeln sieht man nicht selten, dafs diese Knospen, und gewöhnlich sind es die Axillarknospen, schon auf der lebenden Pflanze Wurzeln austreiben, so dafs dadurch die Knospen um die Zeit, wenn dieser Stengel abstirbt und zu Boden fällt, ihre vollkommene Selbstständigkeit erlangt haben. Als ein solches Beispiel kann man die Liliaceen und auch zum Theil die Saxifragen ansehen, während die Trevirana pulchella wiederum ein Beispiel von Knospen giebt, welche sich nicht auf der Pflanze, sondern erst in der Erde entwickeln. Bei einer kleinen Anzahl von Pflanzen finden wir aber, dafs die Knospen in mehr oder weniger grofser

Anzahl mit dem Theile des Stengels, worauf sie vorkommen, eine Anamorphose eingehen, wodurch ein knollenartiges Gebilde erzeugt wird, welches als Fortpflanzungs-Organ dient und eben so sicher das Individuum vermehrt, wie es die einzeln stehenden Knospen thun. Diese Knollenbildung ist bei unserer Kartoffel am bekanntesten und wir können diese defshalb am zweckmäfsigsten zur Norm einer näheren Betrachtung unterwerfen.

Die Morphologie lehrt, dafs die Kartoffelknolle durch Anamorphose der unterirdischen Stengel entstehe, welche die Kartoffel-Pflanze aus der Basis ihres Stengels und dem oberen Theile ihrer Hauptwurzel ausschickt. Sobald die jungen Kartoffel-Pflänzchen eine Höhe von 4 bis 5 Zoll erreicht haben, schicken sie mehr oder weniger jene unterirdischen Stengel aus, deren Anzahl bekanntlich durch das Häufeln vermehrt wird; diese Stengel oder Ausläufer, sind etwas dicker als die Wurzelzasern, sie sind ferner fast cylindrisch und ungefärbt, nur an der Spitze ist ein Häufchen kleiner und etwas grünlich gefärbter Blättchen vorhanden, welche mit der Spitze hackenförmig umgebogen erscheinen. Auf der Oberfläche dieser Stengel bemerkt man hie und da kleine Nebenblätter mit ihren Axillarknospen, welche regelmäfsig gestellt sind, oft aber erst bei starken Vergröfserungen zum Vorschein kommen; die Structur dieser unterirdischen Stengel ist in jeder Hinsicht gleich derjenigen des oberirdischen Stengels. Bei der Bildung der Kartoffelknollen schwillt dieser Stengel an einer oder an mehreren Stellen zu gleicher Zeit an, und zwar geschieht diese Anschwellung ursprünglich durch eine Vergröfserung des Markes, welche theils durch Vergröfserung der vorhandenen Zellen, theils durch Bildung neuer Zellen ausgeführt wird. Mit dieser Ausdehnung der Markmasse, welche an dem jungen Stengel oft nur die Länge von 2 und 3 Linien, oft die von 5, 6 und 7 Linien einnimmt, werden die Spiralröhren-Bündel, welche, rund um das Mark liegend, den Holzring bildeten, zur Seite bogenförmig ausgedehnt und erst am Ende der Anschwellung laufen sie

wieder zusammen und bilden die Fortsetzung des gewöhnlichen Holzringes dieses Stengels. Schneidet man diese neu gebildeten Anschwellungen der Länge nach mitten durch, so dafs der Schnitt zugleich den Stengel in seinem Verlaufe mitten durchspaltet, so wird man über diese Bildungen alle Zweifel lösen; je nachdem die Anschwellung mehr oder weniger stark ist, werden die auseinandergeschnittenen Spiralröhren-Bündel entweder eine blofse Spalte bilden, oder sie werden einen elliptischen, zuletzt einen ganz kugelförmigen Raum einschliefsen, der mit dem Amylumreichen Marke gefüllt ist. Nach aufsen werden die Spiralröhren-Bündel durch eine sehr verdickte Rindenmasse eingeschlossen, welche sich durch stärkere Füllung der Zellen mit Amylum-Kügelchen, schon in der Farbe von dem eingeschlossenen Marke der jungen Kartoffelknolle auffallend unterscheidet. Die äufsersten Zellenschichten dieser Rindenmasse enthalten noch kein ausgebildetes Amylum; sondern jede Zelle zeigt ihren Zellenkern, und in der Scheibe dieses Kernes erscheinen die ersten Anfänge, die sogenannten Kerne der Amylum-Körperchen, (S. die Abbildung Fig. 14. Tab. XII.) und zwar tritt die Bildung dieser Amylum-Kügelchen stets in den inneren Zellen der Korkschicht der Rinde auf, wenn man sie vergleichungsweise so nennen dürfte.

Die Bildung der Knolle kann an jedem Theile des unterirdischen Stengels erfolgen, ja selbst an der Spitze, so dafs die Terminalknospe mit in der Knolle verschmilzt, oder wieder weiter auswächst und den Stengel verlängert, so dafs sich aus dieser Verlängerung wieder neue Knollen bilden können. Man darf indessen nicht sagen, dafs die Knolle ein angeschwollenes Internodium des unterirdischen Stengels ist, denn einmal zeigt die anatomische Untersuchung hiebei nichts von Knotenbildung, und zweitens zeigt die Knolle, je nach ihrer Gröfse und Länge, mehrere Axillarknospen mit ihren Bracteen. Schneidet man die jungen Knollen ihrer Länge nach in der Richtung durch, dafs die Axillarknospe genau gespalten wird, so wird man eben

denselben Bau wiederfinden, welchen wir vorhin bei der Terminalknospe und den Axillarknospen des Stengels kennen gelernt haben. Von der Oberfläche der Markmasse aus erhebt sich ein kegelförmiger Auswuchs mit breiter Basis, welcher fast bis zur Oberfläche der Knolle verläuft und, mit starken Spiralröhren-Bündeln begleitet, welche von der Hauptachse abbogen, die Rinde durchbricht, und in der Mitte einer starken Vertiefung daselbst zum Vorschein kommt. Die Markmasse setzt sich unmittelbar bis zur Spitze, dem Kerne der Knospe hin fort; die Zellen enthalten Amylum, werden aber immer kleiner und kleiner, bis sie auf der ziemlich breiten Spitze des Knospenkernes äufserst klein und mit einer trüben, gelblichen Substanz gefüllt auftreten. Bei diesen Axillarknospen der Kartoffelknolle ist es auch ganz besonders schön zu beobachten, dafs die Blättchen aus der Achse, seitlich der, in diesem Falle ziemlich breiten Spitze hervorwachsen; die hervorgewachsenen Blättchen legen sich unmittelbar über die Spitze des Knospenkernes, welcher hier besonders schön als das äufserste Ende der neuen Achse erscheint, welche später zu einem neuen Individuum auswächst. Wenn die jungen Knollen die Gröfse einer Erbse erreicht haben, dann sind die Knospen für die künftige Vegetations-Periode schon so schön zu beobachten, dafs kein Zweifel darüber zurückbleiben kann. Die Knospe besteht in einer ziemlich starken kegelförmigen Hervorragung, welche in der Tiefe einer Grube sitzt und bedeutend entfernt von den Bracteen ist. Um diese Zeit pflegt die Spitze jener kegelförmigen Hervorragung nur mit zwei kleinen Blättchen bekleidet zu sein, welche, wie schon vorhin bemerkt wurde, sich unmittelbar unter die äufserste Spitze der Achse legen; hier ist also das Achsengebilde schon bedeutend ausgewachsen, während die Blättchen an der Spitze desselben kaum hervorgeschoben sind.

Nicht selten werden an diesen unterirdischen Ausläufern kleine Axillarknospen gleich nach ihrer ersten Entwickelung, von jener Anamorphose ergriffen, so dafs sich

alsdann die Knolle in der Achsel einer kleinen Blattschuppe bildet, und in ähnlicher Art treten meistens die Knollen in den Blattachseln der Kartoffel auf, wenn man durch vollständige Ringelschnitte das Herabsteigen des Bildungssaftes aufhält, wie wir es schon früher im zweiten Theile kennen gelernt haben. Die Knollen, welche ich selbst an einer solchen Pflanze gesehen habe, waren anamorphosirte Axillarknospen; doch zweifle ich nicht, dafs dieselben an dem Stengel und den Blättern nicht noch in anderer Art auftreten können.

Es ist eine bekannte Sache, dafs man die grofsen Kartoffeln, welche zum Setzen gebraucht werden, vorher in mehrere Stücke zerschneidet, ja man kann sie in eben so viele Stücke zerschneiden, als sie Augen zeigen, und diese Augen, welche in kleinen Vertiefungen der Knolle liegen, sind eben jene Axillarknospen, von denen im Vorhergehenden die Rede war.

Die Knollenbildung bei Adoxa moschatellina L., besteht ebenfalls in einer Anschwellung der unterirdischen Stengel, doch zeigt diese Anschwellung viel Eigenthümliches, wodurch sie sich von derjenigen der Kartoffelknolle dem äufseren Ansehen nach gar sehr unterscheidet. Bei der Adoxa schwillt nämlich der unterirdische Stengel an seinem Ende an, und wächst dann in dieser neuen Dimension noch einige Zeit hindurch fort; die Axillarknospen, welche auf dieser ziemlich cylindrischen Anschwellung gedrängt aber ganz regelmäfsig gestellt auftreten, sitzen in den Achseln ziemlich dicker Schuppen, welche denen der Lathraea in ihrem ersten Auftreten ähneln.

Mitunter sind die Knollen in der That als angeschwollene Internodien der unterirdischen Stengel anzusehen, so hat uns Herr Bischoff*) eine sehr genaue Darstellung von dem Baue der Knollen der Equiseten gegeben, welche erweist, dafs jedes einzelne Glied zu einer besonderen Knolle anschwillt, welche an ihrer Spitze eine gezähnte Scheide

---

*) Die kryptogamischen Gewächse etc. I. Tab. IV.

und in dieser die Knospe trägt, welche aber häufig wiederum auswächst und eine zweite Knolle bildet, deren Knospe wohl noch zur dritten Knolle u. s. w. auswächst.

Man schreibt es gewöhnlich Herrn Dunal *) zu, dafs er die Entdeckung gemacht habe, dafs die Knollen der Kartoffel nicht an den rohen Wurzeln, sondern an den sogenannten unterirdischen Stengeln der Pflanze entstehen, doch Herr Turpin **) hat gezeigt, dafs Aub. du Petit Thouars schon im Jahre 1804 diese Wahrnehmung ausgesprochen hat; Herr Turpin wies zugleich in genannter Abhandlung nach, dafs sich die Knollen-Entwickelung bei Helianthus tuberosus ganz ebenso verhalte, wie bei der Kartoffel, und erläuterte es durch mehrere sehr ausgezeichnete Ansichten. An den Knollen des Helianthus tuberosus sind die Blättchen, in deren Achseln die Knospen sitzen, noch viel deutlicher ausgebildet, als bei der Kartoffel. Zugleich zeigte Herr Turpin, dafs die Knollen der Patate (Convovulus Batatas) und die der Dahlien (Georginen) nicht mit jenen der Kartoffel zu vergleichen sind, sondern in blofsen Anschwellungen der Wurzeläste bestehen.

Die Knospen in Form von Zwiebeln.

Die Zwiebeln kommen bei Monocotyledonen und bei Dicotyledonen vor; es sind Knospen, welche sich von den gewöhnlichen durch stärkere Ausbildung ihrer einzelnen Theile unterscheiden. Bei den Zwiebeln sind die Blattansätze, welche in jeder Hinsicht mit den Schuppen oder Hüllblättern der Knospen zu vergleichen sind, von besonderer Dicke, und enthalten in ihren Zellen eine grofse Menge von Stärke und anderen assimilirten Nahrungsstoffen aufgehäuft, welche zum Theil bei der ferneren Entwickelung der Zwiebel und hauptsächlich endlich zur Ernährung

*) Hist. natur. médic. et écon. des Solanum et des genres qui ont été conf. avec eux. Montpellier 1813. pag. 22.

**) Mém. sur l'organis. int. et exter. des tubercules du Solanum tuberosum et de l'Helianthus tuberosus etc. — Mém. du Muséum d'hist. nat. Tom. XIX. pag. 11.

der jungen Zwiebeln verbraucht werden. Am auffallendsten unterscheidet sich die Zwiebel von den gewöhnlichen Knospen durch die aufserordentliche Entwickelung, welche ihre Achse zeigt, die bei der ausgebildeten Zwiebel sehr verdickt und ausgebreitet ist, so dafs sie ganz gewöhnlich eine scheiben- oder kuchenförmige Masse darstellt, welche den Namen der Zwiebelscheibe, des Zwiebelstockes oder auch des Zwiebelkuchens (Placenta Med. Basis, Lecus De C.) führt. Um diesen Zwiebelstock sitzen die Blattanlagen der Zwiebel; die gröfsten sind die äufsersten und ältesten, welche die kleinern und jüngern einschliefsen, bis dafs die jüngsten unmittelbar um den Kern der Knospe liegen, ganz ebenso, wie es bei den gewöhnlichen Knospen der Fall ist. Beobachten wir jedoch die Zwiebel bei ihrem ersten Auftreten, so sehen wir, dafs sie sich viel ähnlicher den gewöhnlichen Knospen verhalten; zwar sind die Blattansätze ebenfalls schon sehr dick, aber der Zwiebelstock ist noch kurz und schmal, wie wir ihn bei den gewöhnlichen Knospen kennen gelernt haben. Hieraus mögen wir die Ansicht ziehen, dafs die Zwiebel eine, in der Entwickelung vorgeschrittene Knospe ist, worin hauptsächlich die Achse auf eine höchst eigenthümliche Weise auftritt; sie zeigt zwar immer eine sehr verkürzte Achse, die sich aber besonders in die Breite ausgedehnt hat.

So wie wahrscheinlich bei allen Pflänzchen, welche sich aus Knospen entwickeln, die Hauptwurzel fehlt, indem diejenige Stelle, an welcher sich dieselbe entwickeln müfste, nämlich das untere Ende der Achse, an der Mutterpflanze festsafs, und erst nach dessen Zerstörung die Knospe von der Mutterpflanze entfernt wurde, so verhält es sich auch mit den Zwiebeln, deren Wurzeln stets Adventivwurzeln sind, und sich sehr oft schon entwickeln, während die Zwiebel noch in der Mutterpflanze befestigt ist.

Nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen über den Bau der Zwiebel im Vergleiche zu den Knospen, wird es leichter werden die verschiedenen Ansichten der Botaniker

zu beurtheilen, welche über die Bedeutung der Zwiebel geschrieben haben; schon Grew und Sprengel hielten die Zwiebeln für Knospen und der Hauptsache nach, sind hierin die meisten Botaniker gefolgt. Mehrere Botaniker sind der Ansicht, dafs man die Zwiebel als eine Knospe deuten müsse, welche auf einem verkürzten Stamme (Knollstock, Cormus nach Linné) sich befindet, indessen ich glaube, dafs in allen ausgebildeten Knospen ein verkürzter, oder richtiger gesagt, ein noch unentwickelter Stamm oder Achsengebilde vorhanden ist. Herr Link *) nennt die Zwiebel eine Wurzelknospe, wozu ihr Ansehen im ausgebildeten Zustande am meisten berechtigt, doch spricht die Entstehung derselben wieder dagegen. Herr C. H. Schultz sucht die Zwiebeln dadurch von den Knospen zu unterscheiden, dafs sie sich von denjenigen Theilen von selbst absondern, an welchen sie gebildet sind; doch es ist sehr leicht zu zeigen, dafs auch dieses keinen durchgreifenden Unterschied darbietet. Der Zwiebelstock oder Zwiebelkuchen, wie er gewöhnlicher genannt wird, besteht nach Herrn Schultz Ansicht aus den dicht contrahirten Knoten der Glieder, von denen die Zwiebelschuppen entspringen, doch diese Knotenlehre ist weder hier, noch an dem Achsengebilde der übrigen Knospen erwiesen; wenn die Glieder in einem Stamme contrahirt vorkommen sollen, so müssen sie auch in diesem Zustande nachzuweisen sein, was aber jeder Beobachter bestreiten wird, der diesen Gegenstand mit gehöriger Sorgfalt und hinreichender Vergröfserung untersucht hat.

Herr Meyer **) erklärt die Zwiebel für eine ächte Art der Wurzel, und derselben Ansicht scheint auch Herr Treviranus ***) zu sein; ich kann dieser Ansicht nicht beistimmen, weil die Zwiebeln stets Adventivwurzeln entwickeln, und hauptsächlich defshalb nicht, weil sich die Zwiebel im Wesentlichen ganz ebenso wie die Knospe verhält.

---

*) Element. phil. bot. II. pag. 345.

**) Die Metamorphose der Pflanzen etc. — Linnaea. VII. pag. 428.

***) Physiologie der Gewächse. I. pag. 367.

Die Schuppen der Zwiebeln werden von einigen Botanikern Blätter, von andern Blattansätze genannt, und die meisten halten sie, ganz wie die Deckblätter der Knospen, für metamorphosirte Blätter, eine Ansicht, welche so allgemein herrschend ist, dafs man kaum wagen darf dagegen zu sprechen, obgleich, wenn dieselbe wirklich erwiesen, oder auch nur vertheidigt werden soll, man sich vorher noch über den Begriff des Blattes etwas ausführlicher verständigen müfste.

Die Schuppen der Zwiebeln zeigen in ihrem Verhalten grofse Aehnlichkeit mit demjenigen der Blätter, so finden wir, dafs die Schuppen an der ausgebildeten Zwiebel scheidenförmig sind, wenn die Pflanze ebenfalls scheidenförmige Blätter hat, wie z. B. bei der Tulpe; die Schuppen der Zwiebel sind dagegen nicht scheidenförmig, sondern verhältnifsmäfsig viel schmaler, so dafs sich gegenseitig nur die Ränder decken, wenn die Blätter der Pflanze ohne Scheiden sind, wie z. B. bei den Lilien. Betrachten wir aber die junge Zwiebel gleich nach ihrem Erscheinen, so finden wir, dafs die Schuppen in allen Fällen scheidenförmig sind, und dann auf den Querschnitten concentrische Schichten zeigen; sobald aber der Zwiebelstock seine Entwickelung in die Dicke beginnt, so zeigt es sich, ob es eine schalige Zwiebel wird, wo die Schuppen den ganzen Zwiebelstock scheidenförmig umfassen, oder ob sich eine schuppige Zwiebel darstellt, wo nämlich die Blattansätze derselben gleich schuppigen Auswüchsen sich dachziegelförmig decken. Besonders schön sieht man an den Bulbillen, welche so gewöhnlich in den Blattachseln der Feuerlilie vorkommen, dafs sie im Anfange nur vollkommen scheidenförmige Blattansätze haben, welche gleich concentrischen Schalen die ganze Knospe umschliefsen; wenn sich aber später die Knospe vergröfsert und Wurzeln treibt, so erscheinen auch die Blattansätze mehr schuppenförmig mit bauchiger Erweiterung, worin dann immer die jüngere Schuppe eingeschlossen ist.

Es giebt noch eine dritte Art von Zwiebeln, welche

man mit dem Namen der festen oder dichten Zwiebeln bezeichnet; Herr Link nennt sie sehr passend Knollenzwiebel (Bulbodium) und characterisirt sie von der Zwiebel durch den stark verdickten Stamm, und durch weniger verdickte Blattansätze. Die Gattungen Colchicum, Gladiolus, Crocus u. s. w. haben dichte Zwiebeln, während die Kaiserkrone (Fritillaria) gleichsam in der Mitte steht; bei dieser Pflanze ist nämlich zu sehen, dafs die Blattansätze im Anfange schuppenartig auftreten und später mit einander so verwachsen erscheinen, dafs sie nur noch auf der Oberfläche zu erkennen sind. Die Botaniker lehren sehr allgemein, dafs die feste Zwiebel durch Verwachsung der Blattansätze entsteht, doch diese Verwachsung hat noch Niemand beobachtet und findet auch wirklich nicht statt; man sieht die häutigen Decken, als jene verwachsenen Blätter an, in welche sich die Oberfläche der Knollzwiebel abblättert, doch schon die netzförmige Verzweigung der Gefäfsbündel, welche diese äufseren Hüllen zeigt, deutet auf die wesentliche Verschiedenheit dieser Gebilde. Herr Link*) hat neuerlichst das Wesentliche in dem Baue der Knollenzwiebel sehr treffend hervorgehoben; er lehrt, dafs die Knollenzwiebel ein Knollstock (Cormus) ist, welcher aus einem parenchymatösen Holze und einer sehr dicken Rinde besteht, die fast die ganze Knollenzwiebel einnimmt und oben in die saftigen Scheiben ausläuft. In der festen Zwiebel sind also die Blattansätze weder miteinander verwachsen, noch mit dem eigentlichen Achsengebilde, dem Zwiebelstocke verschmolzen, sondern sie sind in einem sehr geringen Grade aus ihrem Achsengebilde hervorgeschoben, und werden äufserlich durch die dünnen Schuppen angedeutet.

Nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen kommen wir zur Betrachtung über die Vermehrung der Zwiebeln, welche uns an diesem Orte gerade am wichtigsten erscheint. Alle ausgebildeten Zwiebeln, wenn sie von der

*) Elem. philos. bot. E. alt. I. pag. 309.

Mutterpflanze getrennt sind, sind stets Gipfelknospen, aber fast alle Zwiebeln sind bei ihrem Auftreten Achselknospen, denn sie entstehen fast immer in den Achseln der Blattansätze. So wie die wirklichen Knospen in den Achseln ihrer Hüllblätter ebenfalls kleine Knospen erzeugen, so entstehen junge Zwiebeln (Brutzwiebeln) in den Achseln der Blattansätze der Zwiebeln, welche entweder erst mit dem Absterben der Mutterzwiebel frei werden, oder auf der Spitze von fadenförmigen Ausläufern zwischen den Zwiebelschuppen hervortreten, was bei mehreren Tulpen-Arten, so wie auch bei einigen Arten der Gattung Allium beobachtet ist. Herr v. Berg *) hat in einer sehr reichhaltigen Schrift über die Zwiebelgewächse die Beobachtung bekannt gemacht, dafs sich an einer jungen Zwiebel der Tulipa praecox, nachdem sie mehrere Wochen hindurch in der Erde gestanden, an ihrem Stammende mehrere Schläuche gebildet hatte, die mehrere Zoll tief in die Erde gedrungen waren und in ihren keulenförmigen Spitzen eine junge Zwiebel enthielten. Es wäre wünschenswerth zu wissen, ob hier die Zwiebel als wirkliche Terminalknospe des Ausläufers erscheint, oder ob sie, wie gewöhnlich, als Achselknospe auftritt, welche durch den ausläuferartigen langen Stiel aus der Achsel hinausgeschoben wird.

Herr Nees von Esenbeck **) lehrte schon, dafs die Brutzwiebeln aus den verlängerten Gefäfsbündeln abgehen, aber an verschiedenen Stellen der Oberfläche zum Vorschein kommen. Achtet man hierauf genauer, so wird man, besonders bei den festen Zwiebeln gar nicht selten finden, dafs sich an ihren Seitenflächen hie und da Adventivknospen bilden, und bei den wahren Zwiebeln werden wir später das Auftreten der Adventivknospen auf den Schuppen derselben kennen lernen.

Bei einigen Zwiebelgewächsen treten die Brutzwiebeln

*) Die Biologie der Zwiebelgewächse oder Versuch die merkwürdigsten Erscheinungen in dem Leben der Zwiebelpflanzen zu erklären. Neustrelitz 1837. pag. 24.

**) Handbuch der Botanik. I. pag. 179.

in solcher Menge neben einander auf, dafs man hier nicht mehr von Hauptknospen oder Beiknospen sprechen kann, sondern dieselben als aggregirte Knospen betrachten mufs. Auffallend ist es aber, dafs bei der Tulpenzwiebel stets die kleinste von dreien, aus dem Zwiebelstocke hervorsprossenden Zwiebeln zur Hauptzwiebel wird *).

Bei der Fortpflanzung der Zwiebeln hat man im Allgemeinen die Hauptzwiebel und die Brutzwiebeln zu unterscheiden, die Haupt- oder Ersatzzwiebel bildet sich neben dem Schafte, die Brutzwiebeln dagegen in den Achseln der untersten Schuppen; bei vielen Zwiebeln, wie z. B. bei denen der Tulpe, kommt neben dem Blüthenschaft nur eine Ersatzzwiebel zur Entwickelung, welche im nächsten Jahre zur Blüthe kommt. In den Achseln der unteren Zwiebelschuppen stehen dagegen die Brutzwiebeln.

Alle Zwiebelgewächse sind ausdauernde Pflanzen, die meisten kommen im zweiten Jahre zur Blüthe, viele gebrauchen jedoch eine längere Zeit, ja die Zwiebeln der Kaiserkrone, wenn sie aus Saamen gezogen werden, kommen oft erst im achten und im neunten Jahre zur Blüthe. In dieser Hinsicht unterscheiden sich die Zwiebeln gar sehr von den wirklichen Knospen; bei diesen kommt es vielleicht nirgends vor, dafs sie sich schon wiederum durch Knospenbildung vermehren, wenn sie selbst noch nicht zur Entwickelung gekommen sind, eine Erscheinung, welche jedoch bei den Zwiebeln ganz gewöhnlich ist. Wenn die Zwiebeln der Kaiserkrone aus Saamen gezogen sind, so erscheint die Zwiebel zwar von Jahr zu Jahr gröfser, bis sie nach 8 Jahren zur Blüthe kommt, aber schon vom zweiten Jahre an, verschwindet alljährlich die Mutterzwiebel und eine neue Zwiebel tritt zum Ersatze der alten auf; es liegt wohl zu nahe, dafs die neue Zwiebel jedesmal ein Proles und nicht ein Parens redivivus ist, wie es Herr v. Berg **) annimmt, als dafs hierüber noch eine

*) M. S. von Vrolik. — Flora von 1829. pag. 727—31.

**) l. c. pag. 19 u. s. w.

weitere Auseinandersetzung nöthig wäre, denn wir kennen es schon von vielen Pflanzen, dafs sie vor der Fruchtbildung durch Knospen oder durch Ableger fortgepflanzt werden können. Herr v. Berg hat in der schon früher genannten Schrift die Zwiebeln in einjährige und in mehrjährige eingetheilt, und unter diesen Abtheilungen die Lebensgeschichte der meisten, unserer bekannten Zwiebelgewächse in Hinsicht der Bildung ihrer Zwiebel gegeben, eine Arbeit, welche wegen der grofsen Menge von schlichten Beobachtungen gewifs Anerkennung verdient.

Die folgenden Beispiele entnehme ich theils aus der genannten Schrift des Herrn v. Berg, theils habe ich mich selbst von der Richtigkeit der Angaben desselben überzeugt. Wie schon früher bemerkt wurde, so ist jedes Zwiebelgewächs zweijährig, daher man auch nur von einjährigen Zwiebeln sprechen kann, wenn man die Vegetationszeit berücksichtigt, in welcher sie ihre Blüthen und Früchte zur Entwickelung bringen. Die Zwiebel der Tulpe ist eine der bekanntesten einjährigen Zwiebeln; sie zeigt neben ihrer Blüthenknospe noch eine zweite, grofse und sogenannte Blätterknospe, welche zu der Gröfse der Mutterzwiebel heranwächst, wobei diese zuerst vollständig ausgesaugt wird und vermodert; demnach ist die Tulpenzwiebel, welche man nach beendeter Tulpenflor ausnimmt, keineswegs die alte Zwiebel, welche im vergangenen Herbste zuvor eingelegt wurde. Die Reifezeit der Zwiebel, sagt Herr v. Berg, ist durchaus abhängig von der Lebensdauer des Stengels; trägt dieser Saamen, so werden die Hauptzwiebeln und die Brutzwiebeln mit ihm zu gleicher Zeit reif, was oft erst im October geschieht. Setzt die Pflanze aber gar keinen Saamen an, so reifen die Zwiebeln nicht selten um zwei Monate früher.

Eine andere Art von einjähriger Zwiebel bietet die Herbstzeitlose (Colchicum autumnale) dar, über deren Entwickelung ebenfalls schon sehr viel geschrieben ist. Die feste Zwiebel der Zeitlose beginnt ihre Vegetationsepoche zur Herbstzeit, und zwar mit der Entwickelung der Blüthe,

während welcher Zeit gewöhnlich auch die Wurzeln hervorbrechen. Wenn die Blüthen absterben, brechen die Blätter aus der Scheide hervor, in welchem Zustande sie während des kommenden Winters verbleiben. Zugleich hat sich die Anlage zur kommenden Zwiebel am unteren Theile gebildet, welche durch die, sie umgebenden Blattansätze gegen äufsere Einflüsse hinreichend geschützt wird. Im kommenden Frühlinge sprossen allmälig einzelne Blätter hervor und endlich erhebt sich der Schaft, welcher mit dem Fruchtstiele verwachsen ist, der an seiner Spitze die Früchte trägt, welche im Juni reifen. Während dieser Vorgänge schwillt die Anlage zur neuen Knospe nach allen Richtungen hin an und wird zur neuen Zwiebel, welche der alten zur Seite liegt und sie aussaugt, bis sie endlich, zum Theil im Inneren der noch zurückbleibenden Hülle derselben zu liegen kommt; und um diese Zeit sterben die Blätter der alten Zwiebel ab. Die braune Hülle (Tunica) der neuen Zwiebel gehört noch der alten Zwiebel zu, und steht mit jener in keinem organischen Zusammenhange.

Die Crocus-Zwiebeln und unsere gemeine Küchenzwiebel (Allium Cepa) gehören ebenfalls zu diesen einjährigen Zwiebeln, und letztere Pflanze zeichnet sich noch dadurch besonders aus, dafs sie durch Saamen eben so schnell wie durch Steckzwiebeln zu ziehen ist, denn die Saamen bringen noch im ersten Sommer grofse Zwiebeln zur Ausbildung.

Zu den Zwiebeln von mehrjähriger Dauer gehören die Hyacinthen, Amaryllen, Lilien-Zwiebeln u. s. w. Ueber die Vermehrung der Hyacinthen-Zwiebeln ist schon viel geschrieben worden; ich hebe die Arbeit von Sprengel *) besonders hervor, und die Schrift des Herrn v. Berg ergänzt noch das Fehlende. Nimmt man die Hyacinthen-Zwiebel nach der Blüthezeit aus, so findet man in ihr neben dem abgestorbenen Blüthenschaft die junge Knospe,

*) Anleitung zur Kenntnifs der Gewächse. 2. Sammlung. Halle 1802. pag. 11 und 12.

welche im nächsten Jahre zur Blüthe kommt und sich besonders durch die grünliche Färbung auszeichnet. Die Brutzwiebeln entstehen dagegen in den Achseln der untersten Blattansätze, doch tritt die Bildung der Brutzwiebeln erst dann ein, wenn sich diese Zwiebel durch mehrmaliges Blühen erschöpft hat, sie kann jedoch auch durch Zerstörung der Haupttriebe herbeigeführt werden. Bei kranken oder auch bei alten Zwiebeln sieht man, wie Herr v. Berg angiebt, auch zwischen den jüngern, mehr der Mitte der Zwiebel zu liegenden Blattansätzen die Brutzwiebeln hervortreten. Ueber die Dauer der Zeit, welche eine solche Brutzwiebel gebraucht, um bis zur Blüthe zu gelangen, ist nichts Bestimmtes festzusetzen, indem es hauptsächlich von der Stärke abhängt, mit welcher sie vegetirt; ihre Entwickelung, bis sie zur Blüthe gelangt, unterscheidet sich jedoch sehr wesentlich von derjenigen der Brutzwiebeln bei einjährigen Zwiebeln. Während bei den einjährigen Zwiebeln alljährlich die junge Zwiebel (ganz ebenso wie die alten Zwiebeln) vergeht, und eine neue und vollkommenere hervorbringt, bis diese endlich die Vollkommenheit erlangt hat, um zur Blüthe zu kommen, so sehen wir, dafs die Brutzwiebeln der Hyacinthen, wie überhaupt aller mehrjährigen Zwiebeln, nicht vergeht, sondern alljährlich immer gröfser und Blätter-reicher wird. Werden die Hyacinthen-Zwiebeln aus Saamen gezogen, so verhält es sich ganz ebenso, und die Zwiebeln kommen im sechsten, siebenten und selbst erst im achten Jahre zur Blüthe. Aehnlich verhalten sich in ihrer Reproduction die Zwiebeln der Gattungen: Muscari, Ornithogalum, Uropetalum, Pancratium, Veltheimia, Leucojum, Galanthus u. s. w. *).

Unter den Dicotyledonen giebt es nur wenige Gattungen, welche wahre Zwiebeln als Knospen aufzuweisen haben, die Gattung Oxalis bietet in dieser Hinsicht ein sehr interessantes Beispiel dar. Bei der so gewöhnlich gewordenen Oxalis tetraphylla sieht man im Herbste, dafs

---

*) S. v. Berg l. c. pag. 50.

die knollenförmig verdickten Wurzeln rund um ihren Hals mit Zwiebeln umgeben sind, welche im nächsten Jahre zur Entwickelung kommen, während die verdickte Wurzel schon in der letzten Hälfte des Winters verschwindet, nachdem sie von den Zwiebeln, welche hier im wahren Sinne des Wortes als Wurzelknospen erscheinen, ausgesaugt ist. Dieser Fall mufs uns an die knollenartig verdickten Wurzelzasern der Dahlien oder Georginen erinneren, welche man einzeln von der Pflanze abnehmen und gleichfalls zur Knospenbildung bringen kann, doch diese Knospen treten nicht in Form jener Zwiebeln auf, wie es die Gattung Oxalis zeigt, und sie kommen auch noch nicht in einer Vegetations-Epoche zur Blüthe.

Schliefslich haben wir noch der Brutzwiebeln zu gedenken, welche bei den Gattungen Lilium, Dentaria, Saxifraga u. s. w. so überaus häufig in den Blattwinkeln und zwischen den Aesten der Inflorescenz vorkommen; ich führte sie schon früher pag. 22 als Belege für die Ansicht auf, dafs man die Zwiebeln für Knospen zu halten habe, daher ihr Erscheinen am Stengel weniger befremden darf, als das Vorkommen von Knollenbildung daselbst, wie wir es bei der Kartoffel kennen gelernt haben, ja ich sehe keinen Grund ein, wefshalb man diese Brutzwiebeln in den Blattachseln der Lilien-Gewächse, nicht als die wirklichen Axillarknospen derselben ansehen will, welche zwar gewöhnlich unentwickelt bleiben.

Man nennt gegenwärtig diese Bildungen: Zwiebelknospen (Bulbogemmae nach Link) auch Bulbillen (Bulbilli), und will sie von den wahren Brutzwiebeln (Bulbuli) auch durch die Benennung unterscheiden, was für die beschreibende Botanik durchaus nöthig ist. Die Bulbillen der Lilien sind nicht immer gleich grofs, diejenigen, welche vor und während der Blüthe hervortreten, scheinen am gröfsten zu werden; sie erreichen oft die Gröfse einer Erbse ohne eine Spur von Entfaltung zu zeigen. Schneidet man eine solche Bulbille quer durch, so erkennt man die verschiedenen Hüllblätter oder Blattansätze, welche vollkommen

geschlossene Scheiden bilden, so dafs die äufsere und ältere die jüngere stets umschliefst; es sind indessen selten mehr, als drei dergleichen Scheiden deutlich ausgebildet, wovon die äufsere sehr dick angeschwollen ist. Das Achsengebilde indessen, woran diese Scheiden befestigt sind, ist jedoch noch sehr klein, setzt sich aber unmittelbar in die Spitze oder den Kern der Knospe fort. Kommen die Bulbillen auf den Lilien zur weiteren Entwickelung (sehr häufig fallen sie nämlich unentwickelt ab), so bilden sich die inneren Blattansätze mehr aus, sprengen die äufseren Scheiden auseinander und treten höher hervor, so dafs die Bulbille dadurch ein schuppiges Ansehen erhält (ganz so wie die Zwiebel dieser Gattung), und zu gleicher Zeit treibt sie seitlich eine, oder auch mehrere Würzelchen. Untersucht man das Innere der Bulbillen um diese Zeit, so findet man an der Spitze des vierten oder fünften Blattansatzes eine blattartige Verlängerung, worin der Anfang der Blattbildung zu erkennen ist; die jüngsten Schuppen haben jedoch diese Blattbildung noch nicht aufzuweisen. Ich glaube diese Beobachtungen als Beweise anführen zu können, dafs man die Schuppen der Zwiebeln und der Bulbillen ganz richtig bezeichnet, wenn man sie mit dem Namen der Blattansätze belegt. Bemerkenswerth ist es noch, dafs die Bulbillen der Feuerlilie so sehr häufig, und zwar gleich bei dem Auseinandersprengen der äufsersten Blattansätze wiederum Brutzwiebeln bilden, wobei es nicht selten vorkommt, dafs einzelne dieser Brutknospen in kurzer Zeit die Gröfse der Mutter-Bulbille erreichen und wiederum Würzelchen austreiben.

Der Unterschied zwischen Zwiebel, Zwiebelknospe und der gewöhnlichen Knospe schwindet noch mehr, wenn man diese Bildungen bei den Saxifragen betrachtet, wo ihr Auftreten in mehrfacher Hinsicht sehr merkwürdig ist. Bei der Saxifraga cernua, welche ich in dieser Hinsicht allein zu untersuchen Gelegenheit hatte, sind die Knospenzwiebeln oder Bulbillen von schöner blutrother Farbe; sie treten in den Blattwinkeln besonderer Stengel in grofsen

Häufchen als aggregirte Knospen auf, sind gestielt und der Stiel ist nicht selten wieder verästelt, daher man hier wenigstens mit allem Rechte annehmen kann, dafs diese aggregirten Knospen ganzen Astbildungen angehören, ja vielleicht sind diese Bulbillen-tragenden Stengel der Saxifragen als fehlgeschlagene Blüthenstengel anzusehen. Die Bulbillen der Saxifraga cernua zeigen nur zwei verdickte Hüllen oder Deckblätter, welche scheidenförmig sind und die Anlagen der wirklichen Blätter einschliefsen, welche denn auch, am Ende des Sommers wenigstens, gar nicht selten aus den Bulbillen hervortreten, während diese unten Wurzeln treiben und nach dem Abfallen in der Erde weiter wachsen. Die beiden Hüllblätter sind die einzigen, welche in diesen Zwiebelknospen verdickt sind, und auch in Zellen, welche der inneren Oberfläche zunächst liegen, eine sehr grofse Menge von Amylum enthalten. In der Blattachsel der Begonien treten dergleichen Zwiebelknospen in noch gröfserer Menge auf, als bei den Saxifragen, sie kommen aber nicht auf der Mutterpflanze zur Entwickelung, sondern fallen sehr leicht ab. Bei diesen Knospen finden wir aber gerade dasjenige ganz fehlend, was man gewöhnlich, als das Characteristischte bei den Zwiebeln und den Zwiebelknospen angeben mufs; sie haben nämlich keine verdickten Blattansätze, sondern diese, als vollkommene Scheiden auftretend, sind ganz häutig wie die Knospen-Hüllblätter anderer Kräuter.

Auftreten der Knospen an den Blättern der Gewächse.

Im Vorhergehenden haben wir das Auftreten der Knospen an den Stengelgebilden der Pflanzen kennen gelernt, dieselben treten aber auch bei vielen Gewächsen an den Blättern auf, worüber gegenwärtig eine grofse Reihe von Thatsachen vorliegt. Bei einzelnen Pflanzen, wie z. B. bei dem Bryophyllum calycinum ist das Vorkommen der Knospen an den Rändern der Blätter schon sehr lange

bekannt, so wie auch bei manchen Farrn, doch gegenwärtig ist es nöthig auf diese und ähnliche Erscheinungen genauer zu achten, indem man hierin eine Analogie mit der Bildung der Eychen an den Rändern der Carpellarblätter erkannt hat, welche neuerlichst wieder bestritten ist. Es wird sehr zweckmäfsig sein, wenn wir jene Gebilde an den Blättern mit dem Namen der Knospen bezeichnen, und Blattknospen würde am bestimmtesten bezeichnen, wenn dieses Wort nicht schon in einem anderen Sinne gebraucht würde.

Das Bryophyllum calycinum zeigt zwar in den Blattachseln die ersten Anlagen zur Knospenbildung, die Knospen kommen daselbst jedoch nur selten zur Entwickelung, dagegen bilden sie sich um so häufiger an den Rändern der Blätter dieser Pflanze aus. Schon bei mittelmäfsig ausgewachsenen Blättern, sieht man in der Tiefe einer jeden Einkerbung des Randes einen kleinen kegelförmigen Höcker hervortreten, der in diesem Zustande von einer unmittelbaren Fortpflanzung der Blattepidermis bekleidet ist. Zuweilen kommen diese Knospen-Anlagen schon auf den, noch an der Pflanze sitzenden Blättern zur Entwickelung; nimmt man aber die ausgewachsenen Blätter ab, und legt sie auf die platte Erde, so entwickeln sich sehr gewöhnlich alle jene Knospen; sie treiben nach oben die Blättchen und nach unten die Würzelchen, welche hier, wie in allen ähnlichen Fällen, immer nur beiläufige Würzelchen sind. In Bezug auf die Verbindung dieser Knospen mit den Blattnerven läfst sich nur so viel ausmitteln, dafs die Spiralröhren in der, weiter vorgeschrittenen Knospe allerdings unmittelbar aus einem Seitennerven des Blattes übergehen, im Anfange aber, bei dem ersten Auftreten der Knospen, wie man sie an entwickelten Blättern beobachtet, ist von diesem Uebergange noch nichts zu sehen. Das Spiralröhrenbündel, welches den Seitennerven bildet, läuft jedesmal bis in die Nähe des Randes der Einkerbungsstelle, und giebt von hier aus einige Spiralröhren zu beiden Seiten hin ab; von einem besonderen Punkte oder Höcker, in welchen

die Spiralröhren enden sollen, wie es Herr De Candolle angiebt, kann ich nichts sehen, wohl aber, dafs sich die Verzweigung der Blattnerven in diesem Falle ganz ähnlich verhält wie bei den meisten anderen ähnlich gestalteten Blättern, und dennoch bilden nur die Blätter von Bryophyllum solche Knospen an den Rändern.

Das Auftreten von Knospen an den Blättern der Farrn war ebenfalls schon seit langer Zeit bekannt, und Kaulfufs*) gab die erste Zusammenstellung der hieher gehörigen Erscheinungen. Aspidium bulbiferum trägt auf der Rückseite glatte grüne Knollen, welche sowohl neben dem Hauptnerven oder der Spindel, als neben den Seitennerven oder den Rippen sitzen, später abfallen und aus einer Spalte Wedeln und Wurzeln treiben sollen. Ich habe diese Knospen zwar nicht im jüngsten Zustande gesehen, doch vollkommen ausgebildet und an dem Blatte noch festsitzend, finde ich sie von dunkel violetter, fast schwarzer Farbe, mit mehreren sehr dicken Schuppen versehen, welche auseinander getrieben werden, wenn der Keim sich entwickeln will.

Bei Asplenium ramosum, A. bulbiferum, bei Woodwardia radicans, Hemionitis palmata, Acrostichum undulatum, Cyathea bulbifera, Darea u. s. w. kommen ebenfalls dergleichen Blattknospen vor, welche meistens mehr oder weniger stark zwiebelförmig angeschwollen sind; sie haben eine feste Structur wie die Zwiebelknollen. Die Knospen bei den zuletzt genannten Farrn sitzen immer in den Buchten der Blattränder, oder wie bei getheilten Blättern in den Achseln der einzelnen Blättchen; ausgezeichnet ist hierin das sonderbare Farrnkraut, welches gegenwärtig unter dem Namen Ceratopteris thalictroides Br. (Acrostichum thalictroides L.) bekannt ist, welches von China aus durch mich nach dem botanischen Garten zu Berlin überbracht wurde. Bei diesem Gewächse ist die Knospenbildung an den ausgewachsenen Blättern stets vorhanden; sie treten

---

*) Das Wesen der Farrnkräuter etc. Leipzig 1824. pag. 68.

in allen Achseln der Blättchen und deren Einschnitte auf, und kommen noch auf der Pflanze zur Entwickelung, wobei sich das Auffallende zeigt, dafs die vier bis sechs ersten Blättchen, welche aus der Knospe hervorwachsen, ganz anders geformt sind, als die späteren, sogenannten Wedel der Pflanze. Die Würzelchen, welche diese sich entwickelnden Knospen treiben, kommen stets aus der äufseren Fläche der Basis der Blattstiele hervor, bleiben aber sehr klein, so lange die Knospe an der Mutterpflanze sitzt. Zu bemerken ist auch noch, dafs die Knospen dieser Pflanze nicht auf der unteren Blattfläche, sondern unfern dem Rande, aber ganz deutlich auf der oberen Blattfläche hervorbrechen, und ich glaube an einem grofsen ungetheilten Wurzelblatte dieser Pflanze in China gesehen zu haben, dafs die Knospen sogar mitten auf der oberen Blattfläche entsprangen, doch habe ich den Fall leider nicht aufgezeichnet und die näheren Umstände sind mir entfallen.

Bei Diplazium acuminatum, wo das Blatt ganz ungetheilt ist, da ist das Vorkommen solcher Knospen auf dessen oberer Fläche, unweit der Basis und fast unmittelbar an dem Hauptnerven, noch ganz besonders auffallend. Auf Exemplaren des hiesigen botanischen Gartens zeigte sich auf den einzelnen Blättern immer nur eine einzelne Knospe, und zwar immer an einer bestimmten Stelle, und diese Knospe soll sich erneuern, wenn die alte abgebrochen wird.

Im Folgenden lernen wir noch einige sehr merkwürdige Fälle über das Vorkommen von Knospen an den Blättern höherer Pflanzen kennen. Es hatte schon Smith in seiner Flora von England die Bemerkung gemacht, dafs die Blätter der Malaxis paludosa an ihrer Spitze zuweilen gefranzt sind, und Herr Henslow *) zeigte endlich, dafs diese Hervorragungen an der Spitze der Blätter genannter Pflanze nichts weiter als eigenthümliche, zwiebelartig an-

---

*) Ann. des sciens. d'hist. nat. XIX. pag. 103. Pl. IV. B.

geschwollene, aber sehr lange Knospen sind, durch welche sich die Pflanze vermehren kann.

Cassini hat im Jahre 1816 die Entdeckung gemacht, dafs Blätter der Cardamine pratensis auf ihrer oberen Fläche kleine Knospen tragen, welche die Pflanze vermehren können, doch sollen sie hier meistens nur in den Achseln der Blattstielchen sitzen *), doch auch in der Blattfläche.

Herr Poiteau beobachtete jedoch einen viel interessanteren Fall an den Blättern von Ornithogalum thyrsoides Hort. K., welche er zum Trockenen für das Herbarium aufbewahrte; er sah, dafs sich die Oberfläche so wie die Ränder dieser Blätter nach Verlauf von einigen Tagen mit einer Menge von kleinen Knospen bedeckt hatten. Dieses ist der berühmte Fall, der von Herrn Turpin **) beschrieben und abgebildet wurde; er nannte diese Knospen Adventivembryonen und zählte deren an dem abgebildeten Blatte 133, und gab über die Structur derselben folgende Mittheilungen: Sie waren von weifser Farbe und zeigten eine sehr kurze Achse, mit deren Basis sie dem Zellengewebe des Mutterblattes befestigt waren. Die Abbildung zeigt uns aber sehr gut, dafs diese Knospen immer im Verlaufe der Blattnerven hervorkommen, und da wie auch in allen anderen Fällen, welche ich selbst zu untersuchen Gelegenheit hatte, finden, dafs die Knospen von den Gefäfsbündeln ausgehen, so halte ich jene Angabe für unrichtig. Von jener kleinen Achse dieser Knospe soll nach Herrn Turpin's Angabe ein Cotyledonar-Blatt hervorwachsen, welches überall als scheidenförmig und ganz geschlossen dargestellt wird, doch auch hierin ist vielleicht ein Irrthum zu vermuthen, denn dergleichen Knospen sind bei den Liliaceen ganz ähnlich gestaltet, aber genaue Querschnitte zeigen, dafs diese äufsere Scheide ein gewöhnliches scheidenförmiges aber stark angeschwollenes Blättchen, gleichsam eine Zwiebelschuppe ist, und so wird es

*) Cassini im Journal de Physique. T. 82. pag. 403.

**) Organographie végétale etc. — Mém. du Muséum d'hist. nat. XVI. 1828. pag. 171. Pl. 10.

sich vielleicht auch an den Knospen von Ornithogalum zeigen.

Ich selbst habe eine ganz ähnliche Erscheinung an den Zwiebelschuppen der Hyacinthe beobachtet und zwar zwei Jahre hinter einander; es waren gewöhnliche Sorten, wie man sie hier blühend auf dem Markte zu kaufen erhält. Die Zwiebeln hatten in der Stube abgeblüht aber keine Saamen angesetzt, und als ich die Zwiebel, welche sehr feucht gehalten wurde, nach 2 bis 3 Wochen herausnahm, zeigten die äufseren Schuppen eine sehr grofse Menge von kleinen zwiebelartig angeschwollenen Knospen, welche sowohl auf der äufseren, als auf der inneren Fläche der Schuppe unregelmäfsig zerstreuet vorkamen; sie waren von sehr verschiedener Gröfse, standen aber immer mit den Gefäfsbündeln im Zusammenhange, und es erzeugten sich immer wieder neue Knospen, so lange noch die Substanz der Schuppe der Fäulnifs widerstand.

Die Möglichkeit der Knospenbildung an den Blättern, scheint allen Pflanzen gegeben zu sein, denn es liegen Beobachtungen von sehr vielen und sehr verschiedenen Pflanzen vor, aus welchen hervorgeht, dafs man diese Knospenbildung durch äufsere Verhältnisse an den Blättern hervorrufen und dadurch die Fortpflanzung der Gewächse durch die Blätter ausführen kann. Herr Dutrochet *) beobachtete noch vor wenigen Jahren an den modernden Blättern einer dicotyledonischen Pflanze die Entwickelung kleiner Knospen, ähnlich jenen, welche an den Blättern von Ornithogalum beobachtet worden sind; die Knospen kamen zur Entwickelung einiger Blättchen und Wurzeln, aus welchen es schien, dafs dieselben dem Ranunculus bulbosus L. angehörten.

Schon sehr häufig hat man zu beobachten geglaubt, dafs die Blätter des Weifskohls, ohne vorher geblüht zu haben, Saamen hervorbringen können, und besonders

---

*) Observat. sur la forme et la structure primitives des embryons végétaux. — Nouv. Annal. du Mus. 1835. pag. 165.

häufig fand man diese Saamen auf den Kohlköpfen, welche im Winter in Kellern oder Gruben aufbewahrt wurden; indessen es hat sich gezeigt, dafs diese angeblichen Saamen Pilze sind, welche in dem Systeme unter Sclerotium Brassicae benannt sind. Andere und darunter auch sehr glaubwürdige Landleute, berichten dagegen, dafs die Kohlblätter, welche auf den Feldern liegen bleiben, auf denen der Kohl wuchs, während der Winterzeit kleine kugelrunde Saamen hervorbringen, die im Frühlinge aufgesucht und dann gepflanzt werden können, woraus man stets sehr gute Kohlpflanzen erhält. Ich selbst habe diese angeblichen Saamen nicht gesehen, doch wenn es sich hiemit so verhält, wie man es mir mitgetheilt hat, so ist es keinem Zweifel unterworfen, dafs dieselben dergleichen Knospen sind, wie wir sie in den vorhergehenden Fällen aufgeführt haben, und man hat auch wahrlich keinen Grund die Erscheinung a priori zu bestreiten.

Die Möglichkeit der Knospenbildung an den Blättern der Pflanzen wird aber hauptsächlich dadurch erwiesen, dafs man schon seit sehr langer Zeit eine Menge von Pflanzen auf diese Weise vermehrt hat. Es scheint der Italiäner Aug. Mandirola der erste gewesen zu sein, der über die Fortpflanzung der Gewächse durch Blätter geschrieben hat; er sah aus den Blättern der Citronen, Limonien und anderer dergleichen Bäume kleine Rüthlein hervorgehen, während sich die Substanz des Blattes verzehrte. Ich entnehme diese Nachrichten aus dem berühmt gewordenen Werke von Agricola *), welcher diese Beobachtungen wiederholte und vervielfältigte. Agricola pflanzte glatt abgeschnittene Blätter der Pommeranzen, Citronen, Lorbeeren u. s. w. in die Erde, sah die Schnittfläche derselben callös werden und Würzelchen und Stämmchen hervorbrechen; auch mit den Blättern der Yucca gloriosa, des Rosmarin, der Myrthen und des Buxbaums wurden

*) Versuch einer allgemeinen Vermehrung aller Bäume, Stauden und Blumengewächse, theoretisch und praktisch vorgetragen etc. Regensburger Ausg. v. 1772. II. pag. 40.

dergleichen Versuche angestellt und alle trieben Wurzeln, wie es auch auf der 22sten Tafel des genannten Buches durch Abbildungen dargestellt ist. Ein gewisser Leibarzt Dr. Pott machte die Entdeckung, dafs die Blätter der Eucomis regia, wenn sie im Herbste dicht an der Zwiebel abgeschnitten und in Papier aufbewahrt wurden, schon nach Verlauf von 6 Wochen an der Schnittfläche dicker wurden, wobei sich auf der innersten Seite einige kleine Knospen zeigten, gerade da wo das Blatt an der Zwiebel befestigt war. Diese Knospen erreichten die Gröfse der Haselnufs und man konnte daraus neue Pflanzen ziehen, wie es von Brandis *) erzählt und bezeugt wird. Ja Herr De Candolle sagt in seiner Pflanzen-Physiologie, dafs jeder Gärtner weifs, dafs auf den Blättern der Rochea falcata De C. kleine Knospen entstehen, wenn man sie schief in feuchte Erde steckt, und diese Knospen treiben Wurzeln und pflanzen das Individuum weiter fort. Gegenwärtig benutzt man diese Methode bei vielen anderen Gewächsen **) als bei den Gattungen Theophrasta, Aloë, Echeveria, Gloxinia, Cotyledon. Bei den meisten Blättern, welche zu diesem Zwecke eingepflanzt werden, treiben zuerst Würzelchen hervor, und später erst kommt die Knospe zum Vorscheine; leider habe ich dergleichen Gegenstände nicht ausführlich zu untersuchen Gelegenheit gehabt, nur das Hervorkommen von Würzelchen habe ich gesehen, und dabei zeigte sich die Schnittfläche durch neu hinzugetretenes Zellengewebe ebenso verdickt, und diese Verdickung so erhärtet, wie es sich mit der Wulstbildung bei dem Ringelschnitte und mit der Schnittfläche der Schnittlinge verhält, woraus man schliefsen möchte, dafs auch diese Bildung noch immer durch einen, in den Holzbündeln des Blattes herabsteigenden Saft gebildet wird; auch kann man sehen, dafs die hervortretenden Würzelchen mit den

*) Versuch über die Lebenskraft. Hannover 1795. pag. 105.

**) S. die Preisschrift der Herrn Ed. Otto, W. Brackenridge, Carl Plaschnick und C. Bouché in den Verhandlungen des K. P. Gartenbau-Vereins. XIII. pag. 45.

Holzbündeln der Blätter in unmittelbarem Zusammenhange stehen.

Schliefslich habe ich noch die Knospenbildung bei der Gattung Lemna anzuführen, da diese Pflanzen zu den vollkommeneren Gewächsen gerechnet werden, ihre Knospen jedoch mit den der niederen oder der Zellenpflanzen übereinstimmen. Wolff*) hat in seiner Schrift über die Gattung Lemna die Abbildung einer Lemna trisulca gegeben, welche auf ihren Blättern wie auf ihren Wurzelzasern eine Menge von Tuberkeln von verschiedener Gröfse zeigt; es wird zwar von mehreren Botanikern angegeben, dafs aus diesen Tuberkeln Wurzeln hervorgehen sollen, doch diese Angabe scheint mir sehr unglaublich, und von den Tuberkeln, welche auf der Oberfläche der Lemna-Blättchen entstehen, kann ich aus eigner Anschauung angeben, dafs sie sich zu neuen Pflanzen entwickeln, also für wirkliche Knospen zu halten sind. Die Knospen der Gattung Lemna sind bald kugelrund, bald mehr linsenförmig und zuweilen mit ungefärbten Amylum-Kügelchen, mitunter aber auch mit grünlich gefärbten Amylum-Kügelchen gefüllt. Bei der Versammlung der Naturforscher zu Berlin im Jahre 1828, zeigte Herr Reichenbach ein Glas mit mehreren, darin aufbewahrten Lemna-Individuen vor und, wenn ich mich nicht irre, zeigte er die kleinen grünen Knospen, welche sich an den absterbenden Blättern derselben gebildet und dann zu Boden gesenkt hatten, woselbst sie den Winter über liegen bleiben und im kommenden Frühjahre sich entwickeln und emporsteigen. Ich weifs nicht, dafs Herr Reichenbach diese Erscheinung irgend wo beschrieben hat, dagegen findet sich in seinem berühmten Werke: Ueber das natürliche Pflanzensystem nach allen seinen Klassen, Ordnungen etc. (1837. pag. 149) eine Angabe über diesen Gegenstand, welche wohl unrichtig ist. Es heifst daselbst, wenn man Lemnae in einem Glase aufbewahrt, so fällt gegen den Winter das Phytochlor (wahrscheinlich wird

*) De Lemna. Altorfii et Norimb. Tab. I. Fig. 1. b, b.

darunter das bekannte Chlorophyll verstanden) aus dem Zellengewebe heraus, und nur die leeren Netze schwimmen noch auf dem Wasser, während dessen Körnchen zu Boden gefallen. Im März oder April heben sie sich wieder zur Oberfläche empor und bilden eine neue Generation. Dieses hat Herr Reichenbach wahrlich nicht beobachtet.

Die Fortpflanzung der Lemna durch Saamen ist ganz aufserordentlich selten, indem diese Gewächse so überaus selten zur Blüthe kommen; ihre gewöhnliche Vermehrung geschieht dagegen durch seitliche Entwickelung von Knospen und zwar auf eine sehr überraschend einfache Weise, die sich bei Lemna trisulca am niedlichsten darstellt. Das Laub der Lemneen kann man für blattartig ausgebreitete Stengel ansehen; bei Lemna trisulca erscheint dasselbe in Form eines mehr eyförmigen und ziemlich langgestielten Blattes; das Gefäfsbündel des Blattstiels verläuft bis zur Mitte dieses Blattes ungetheilt und von hier aus sendet es noch zwei seitliche Blattnerven aus, welche bis in die Nähe der Spitze verlaufen. Dicht unter der Theilung des Blattnerven entspringen die Knospen zu den neuen Stengeln, und zwar an den Seiten des Nerven und ganz regelmäfsig gegenüberstehend; das Auffallendste hiebei ist aber, dafs diese Knospen in einer Spalte des Blattes sitzen, aus welcher sie hervorwachsen. Diese Spalten sind fast halbmondförmig und werden durch die zwei Lamellen gebildet, in welche die Blattsubstanz an diesen Stellen getrennt ist; durch Abbildungen liefse sich die Sache leichter verdeutlichen, aber unter jedem einfachen Mikroskope ist dieser Gegenstand sehr leicht zu beobachten. Nimmt man die jungen Knospen aus den Spalten eines Blattes hervor und betrachtet sie genauer, so zeigen sie sich zuerst von runder oder eyförmiger Gestalt und ganz platt gedrückt, wie die künftigen Blättchen; sie nehmen ihren Ursprung unmittelbar aus dem Spiralröhren-Bündel des Mittelnerven, welches seitliche Aeste aussendet. In dem jugendlichen Zustande sind diese Knospen noch ungestielt, aber schon

sehr früh sieht man, dafs ihre Substanz an den Rändern der Basis gespalten ist, und dafs in jeder dieser beiden äufserst kleinen Spalten, schon wieder eine ganz junge Knospe enthalten ist. Diese jüngeren Knospen sind es, welche im Winter mit der noch übrig bleibenden Substanz des zerstörten Blattes zu Boden fallen und im nächsten Frühjahre wieder an die Oberfläche des Wassers kommen, sobald sie durch Ausdehnung ihrer Substanz Lufthöhlen im Inneren erhalten und durch diese emporgehoben werden.

Zweites Capitel.

Ueber die Knospen der niederen Gewächse.

Die Knospen der niederen Gewächse sind von sehr einfachem Baue; sie bestehen in kleinen Anhäufungen von Zellen, und sind bei den Familien der Laub- und Lebermoose, wie bei den Flechten und Charen, von den wirklichen Saamen dieser Pflanze sehr leicht zu unterscheiden; bei den übrigen Familien der Zellenpflanzen dagegen, als bei den Algen und den Pilzen, läfst sich dieser Unterschied zwischen Knospe und Saamen in ihren Fortpflanzungs-Organen nicht mehr nachweisen, daher wir hier auch nur die genannten höheren Familien in Hinsicht ihrer Knospenbildung betrachten wollen, und später, in einem besonderen Abschnitte, die ganze Vermehrungsweise der Algen und Pilze erörtern werden.

Von den Brutknospen bei den Laub- und Lebermoosen.

Bei den Laub- und Lebermoosen zeigt sich eine ganz eigenthümliche Bildung von Fortpflanzungs-Organen, welche besondere Aufmerksamkeit verdient; es sind dieses nämlich kleine knospenartige Körper, welche in mehr oder

weniger grofsen Haufen auftreten und nach ihrer Trennung von der Mutterpflanze zur Entwickelung neuer Individuen gelangen; sie führen gegenwärtig den Namen der Brutknospen.

Bei den Laubmoosen sind diese Brutknospen von Mnium androgynum L. am bekanntesten; sie treten bei dieser Pflanze sehr häufig auf und die Vermehrung derselben geschieht unter manchen Verhältnissen wohl ausschliefslich durch diese Brutknospen. Ueber die Bildung und das Auftreten dieser Gebilde wurde kürzlich durch einige kleine Arbeiten von Dickie *) und von mir selbst**) wiederum aufmerksam gemacht; im ausgebildeten Zustande sind diese Brutknospen von ellipsoidischer Form mit etwas zugespitzten Enden, und sie bestehen aus einer kleinen Gruppe von Parenchym-Zellen, welche reich mit grüngefärbten Saftkügelchen gefüllt sind. Sie sind an kurzen Stielchen befestigt, die aus einfachen und sehr feinen, haarförmigen Zellchen bestehen, und bedecken in grofser Anzahl die Spitze von langen Stielen, welche in jeder Hinsicht den Kapselstielen dieser Moose gleich zu stellen sind, so dafs man diese ganze Bildung für eine unvollkommen ausgebildete, oder richtiger für eine metamorphosirte Fruchtbildung ansehen kann. Die grofse Menge dieser Brutknospen, welche dicht zusammen gehäuft stehen, bildet schon in einem sehr frühen Zustande ein ansehnliches Köpfchen, welches aber im Grunde des Blätterkreises zu suchen ist, in welchem gewöhnlich die Blüthe auftritt; mit der allmäligen Ausbildung dieser Brutknospen verlängert sich auch der gemeinschaftliche Stiel, welcher gleich der Seta oder dem Kapselstiele weit über den Blätterkreis hinauswächst.

Die ganze Knospe mit ihrem Stielchen besteht, bei ihrem ersten Auftreten aus einem einfachen länglichen

---

*) Jardine, Selby and Johston, Magazine of Zoology and Botany. V. II. pag. 226.

**) S. Wiegmann's Archiv für Natur-Geschichte 1837. I. pag. 424. und 1838. II. pag. 98.

Bläschen, welches eine zarte grüngefärbte und ungeformte Masse enthält, die sich theils in Zellensaft-Kügelchen umgestaltet, theils zur Bildung der Wände der neuen Zellen verbraucht wird. Zuerst treten in dem länglichen Zellchen eine oder mehrere horizontale Scheidewände auf, und dann erst werden diese neu entstandenen Abtheilungen in kleinere Zellen getheilt, wobei sich ihr Umfang beständig vergröfsert, bis die ganze Bildung vollendet ist.

Bei den Lebermoosen ist das Erscheinen von Brutknospen viel häufiger, als bei den Laubmoosen; Schmidel *) hat die Bedeutung dieser Gebilde wohl zuerst erkannt, und durch Herrn Nees von Esenbeck **) ist dieser Gegenstand neuerlichst zuerst ganz genau abgehandelt. Die Brutknospen treten bei dieser Familie von Gewächsen unter mannigfaltigen Verhältnissen auf, sie sind aber auch im ausgebildeten Zustande von denjenigen der Laubmoose sehr verschieden gestaltet. Bei den Marchantien sind diese Brutknospen so höchst ausgezeichnet gebildet, und treten in besonderen Bechern auf, welche aus der Blattsubstanz hervorgehen. Im ausgebildeten Zustande sind sie im Verhältnisse zu den Saamen sehr grofs und mit blofsen Augen erkenntlich; sie zeigen eine etwas ovale, ziemlich ganz plattgedrückte Form mit einigen Einkerbungen am Rande; meistens sind die beiden Einkerbungen an den beiden Enden des Ellipsoides ziemlich bedeutend, aber das Stielchen, womit das einzelne Brutknöspchen im Grunde des Bechers befestigt ist, wird aus einer einfachen Zelle gebildet und ist sehr kurz. In der, schon so oft genannten Schrift des Herrn v. Mirbel über die Marchantia polymorpha, finden wir die vollständigsten Beobachtungen über die Entwickelung dieser Organe von ihrem ersten Auftreten an, was noch durch die kostbarsten Abbildungen (S. l. c. Tab. IV.) verdeutlicht wird. Auch die Brutknospen der Marchantien treten, ebenso wie die der Laubmoose bei ihrem ersten

*) Diss. de Blasia. 1759. pag. 77.

**) Natur-Geschichte der Lebermoose. I. pag. 78. etc.

Erscheinen, in Form von einfachen Zellen auf, welche sich zuerst verlängern, durch Abschnürung einen Stiel bilden, und sich ferner durch mehrfache Theilung nach allen Richtungen hin, zu den, anfangs etwas keulenförmigen, aber später sich immer mehr ausbreitenden Zellenmassen umbilden.

Bei der interessanten Gattung Lunularia sind die Brutknospen halbmondförmig, sie sitzen in einer Falte, welche aus der Laubsubstanz hervorwächst und ebenfalls halbmondförmig gestaltet ist. Bei Blasia treten die Brutknospen in flaschenförmigen Behältern auf, und werden von Herrn Bischoff *) sehr genau beschrieben; es sind mehr rundliche, zuweilen auch ovale Körper von weit geringerer Gröfse, als in den vorhergehenden Gattungen, auch bestehen sie aus wenigen und im Verhältnifse gröfseren Zellen, welche auf der Oberfläche etwas aufgetrieben sind. An einem Punkte ihres Umfangs haben sie ein röhriges Zellchen, womit sie wahrscheinlich im Inneren jenes flaschenförmigen Organs befestigt sind.

Bei den Jungermannien treten die Brutknospen noch viel einfacher auf, als bei den Laubmoosen; bei einigen, wie z. B. bei Jungermannia Trichomanes bildet sich zwar ebenfalls ein Knöpfchen am Ende des Stengels, doch es scheint, dafs sie hier nur durch eine Umwandlung der Blattsubstanz entstehen, welche sich gleichsam in ihre einzelnen Zellen auflöst; diese getrennten Zellen vergröfsern sich und zeigen, besonders durch die Bildung von Querwänden in ihrem Inneren, dafs sie eine Selbstständigkeit erlangt haben, durch welche sie auch getrennt von der Mutterpflanze weiter fortleben können. Die Bildung der Brutknospen an den Rändern der Blättchen, kommt bei vielen Jungermannien vor, und scheint durch einen sehr feuchten Standort befördert zu werden; Herr Nees von Esenbeck unterscheidet sie von den Brutknospen und nennt

---

*) Ueber die Lebermoose. Nova Acta Acad. C. L. C. Tom. XVII. pag. 953.

sie, ihres einfachen Baues wegen **Brutkörner**; sie entstehen gleichsam durch Trennung und Auflösung des schon Gebildeten; es ist auch allerdings zu beobachten, dafs an einem und demselben Exemplare solcher Jungermannien, die einen Blätter weniger und die zunächst stehenden immer mehr und mehr von ihrer Blattsubstanz verloren haben und zwar wie es scheint dadurch, dafs die Trennung der Zellen dieser Blätter von den Rändern beginnt, und sich immer tiefer in die Substanz hinein begiebt.

Doch dürfe man sich, sagt Herr Nees von Esenbeck, diese Auflösung nicht etwa als eine, der völligen Entwickelung des Blattes nachfolgende, sondern mit ihr gleichzeitig auftretende Erscheinung denken, denn schon während der Entfaltung trägt das Blatt seine Keimkörner. Herr Nees v. Esenbeck fand solche Brutkörner-Köpfchen auch auf der Spitze zweizähniger Blätter, wie bei Jungermannia ventricosa und intermedia, und ist der Meinung, dafs man die Brutkörner-Bildung wohl eher für eine krankhafte Metamorphose, als für einen eigenen Fortpflanzungsweg halten dürfte. Die Entwickelung dieser Knospen oder Brutkörner zu jungen Pflanzen ist allerdings noch nicht beobachtet, die Analogie möchte aber wohl im Voraus bestätigen, dafs sich aus ihnen junge Pflänzchen entwikkeln können, ganz ebenso, wie aus den Brutkörnern der Flechten. Auch wissen wir, dafs die Jungermannien mit Brutkörnern meistens unfruchtbar sind, wo also die Vermehrung wahrscheinlich eben durch jene Brutkörner ausgeführt wird.

An den wurzelartigen Theilen der Riccieen hat neuerlichst Herr Lindenberg eigenthümliche eirunde, keulen- oder kugelförmige Anschwellungen beobachtet, welche ich für Knospen halten möchte, die in Hinsicht ihres Vorkommens mit den Tuberkeln zu vergleichen sind, die man an den Wurzelfasern der Lemna trisulca beobachtet hat. Bei Riccia purpurascens und R. natans finden sich diese Anschwellungen an den Enden der stärkeren Würzelchen, und bei Riccia natans kommen solche Anschwellungen

auch in den Spitzen der einfachen Wurzelhärchen vor*); Herr Lindenberg hat bei den ersten Anschwellungen beobachtet, dafs sie feine Würzelchen treiben, die übrigen Verhältnisse derselben sind jedoch noch zu untersuchen.

Die Entwickelung der Brutknospen bei den Laub- und Lebermoosen hat man schon öfters verfolgt; sie treiben feine Wurzelhärchen, welche wie bei den vollkommenen Pflanzen, durch Ausdehnung der oberflächlich gelegenen Zellen entstehen, und ihre Anzahl richtet sich mehr nach der Gröfse der Brutknospe, so zeigen die der Laubmoose und der Jungermannien im Anfange meistens nur ein Wurzelhärchen, die der Marchantien pflegen gleich an vielen Punkten auszuwachsen.

Fortpflanzung der Flechten durch Brutkörner.

Durch die schönen Beobachtungen über die Flechten, welche wir durch die Herrn G. F. W. Meyer**) und Wallroth***) erhalten haben, ist es nachgewiesen worden, was auch früher, besonders durch Micheli, schon vielfach vermuthet wurde, dafs die Körnermassen, welche auf der Substanz dieser Gewächse oftmals in so grofser Menge hervorbrechen, gleichfalls zur Fortpflanzung der Flechten dienen, und mit den Brutknospen der Moose, wie mit den Knospen der höheren Pflanzen zu vergleichen sind. Diese Keimkörner der Flechten bestehen aus kleinen Zusammenhäufungen von Zellen, welche jedoch niemals jene Regelmäfsigkeit zeigen, die wir bei den Brutknospen der Moose sehen. Bei ihrer Entstehung sieht man eine Auflösung eines mehr oder weniger gröfseren Theiles der Laubsubstanz, welche ebenso durch Trennung und Zerfallen der

*) Man sehe Herrn Lindenberg's Abhandlung über die Riccieen. — Nova Acta Acad. C. L. C. Tom. XVIII pag. 479. Tab. XIX.

**) Die Entwickelung, Metamorphose und Fortpflanzung der Flechten. Göttingen 1825.

***) Natur-Geschichte der Flechten. Frankf. a. M. 1825. und Natur-Geschichte der Säulchen-Flechten. Naumb. 1829. pag. 25.

früher verbundenen Zellen hervorgeht, wie wir es vorhin bei der Entstehung der Brutkörner der Jungermannien nachwiesen. Die Häufchen dieser Brutkörner, wie sie sich auf der Oberfläche der Flechten so gewöhnlich zeigen, hat Acharius; soredia genannt, aber ihre Bedeutung verkannt.

Diese Soredien brechen häufig in regelmäfsigen, kleinen rundlichen Parthien auf, häufig aber auch in unregelmäfsigen und unbestimmt begrenzten Massen, was besonders dann der Fall ist, wenn die Bildung derselben an den Rändern der Lappen hervorgeht. Gröfstentheils geht die Bildung der Brutkörner, wie es die genannten Autoren nachgewiesen haben, von der rundzelligen Schicht aus, welche dicht unter der Corticalschicht liegt; diese letztere wird dabei durchbrochen und bildet einen Rand, oder sie nimmt an der Körnerbildung selbst Antheil. Herr Meyer beschreibt die Bildung der Soredien in folgender Art: Die Körner der grünen Lage (d. i. die unmittelbar unter der Rindenschicht liegenden) fangen an zu schwellen, lösen sich und brechen aus ihrer Umgebung hervor. Der untere ungefärbte Theil der rundzelligen Schicht nimmt am Ausbruche häufig Theil, indem er den grünen Körnern nachfolgt. Am häufigsten durchbrechen die Körner die Rindenschicht und lagern sich gröfstentheils auf der Oberfläche derselben, bald treten sie aus den Rändern der Lappen hervor und nur bei wenigen Flechten kommen sie auf der unteren Fläche des Laubes vor.

Durch äufsere Umstände scheint die Soredien-Bildung oder das Auftreten der Brutkörner bei den Flechten bedingt zu werden; so soll eine feuchte Lage dieselbe begünstigen, was aber wohl nicht als allgemein gültig anzusehen sein dürfte. Sie treten vor, während und nach der eigentlichen Fruchtbildung der Flechten auf, sind aber am häufigsten an nicht fructificirenden Exemplaren zu finden, wo sie oft in solcher Ausdehnung auftreten, dafs die ursprüngliche Pflanze nicht wieder zu erkennen ist, wodurch Acharius zur Aufstellung der Gattung Variolaria gekommen ist, die

nur aus Individuen verschiedener Arten und Gattungen besteht, welche in ihrer ganzen Fläche mit Soredien bedeckt sind. In dem genannten Werke des Herrn Wallroth findet man eine sehr grofse Reihe von trefflichen Beobachtungen über den vorliegenden Gegenstand, doch ist es sehr zu bedauern, dafs diese so ausgezeichnete Schrift, offenbar ihrer gesuchten Sprache wegen, so schwer verständlich ist und daher auch so wenig benutzt wird.

Die Entwickelung der Flechten aus den Brutkörnern beschreibe ich nach Herrn Meyer's Beobachtungen, da es mir nicht geglückt ist dieselben zu wiederholen. Die Entwickelung soll auf doppelte Weise erfolgen*); es wachsen nämlich einzelne, der zu einem Keimkörnchen vereinigten Zellen durch Längendehnung in einfache ungegliederte bald gekrümmte, bald hier und da winkelig geknickte Fasern aus, die bald mehr bald weniger aus der Rundung der Körner hervortreten. Die übrigen Zellen lockern sich, die Körner nehmen an Umfang zu, und zerfallen zum Theil in gesonderte Zellen-Aggregate die zu neuen Körnchen anwachsen, indem einzelne Zellchen an den Berührungspunkten zusammenwachsen und ein anschwellendes Klümpchen bilden, welches sich alsbald wieder in locker aggregirte Zellen trennt. Die Faserbildung nimmt während dieser Zeit in der unteren bedeckten Lage bemerkbar zu, indem fast alle Zellen der tiefer liegenden Körnchen in Fasern auswachsen. Es entstehen auf diese Art unten schichtweise neue Faserlagen, während sich oben stets neue Körnerlagen bilden. Auf diese Art ist die Wachsthumsweise des pulverigen Lagers aus Keimkörnern nachzuweisen, während das des blattartigen Lagers nach Herrn Meyer's Angaben hiervon etwas verschieden ist. Es tritt hier keine Faserbildung ein, oder ihre bisweilen sich zeigende anfängliche Regung schwindet alsbald wieder, indem die locker aggregirten Zellen der Körner zu einem von aufsen glatten Körnchen zusammenschmelzen. — Das sehr

*) S. l. c. pag. 183.

kleine Kügelchen schwillt hierauf bemerkbar an, wird dann durch mehrere Dehnung im Umfange oben etwas flach, und fängt an durch mehreres Vortreten der Substanz an einer oder der anderen, selten an mehreren Stellen zugleich in die Schuppen- oder Lappenform überzugehen. Nimmt die partielle Dehnung mehr zu, so kann man unten zunächst am Boden die Entstehung gedehnter Zellen wahrnehmen, mit deren Einfindung der äufsere Wachsthum rascher vorschreitet. Es sollen aber nicht nur die einzelnen Brutkörner zu neuen Individuen heranwachsen, sondern es sollen auch häufig mehrere an ihren Berührungspunkten verschmelzen und zu einem gemeinschaftlichen Lager anwachsen!

Es läfst sich jedoch nicht im Allgemeinen sagen, welche von beiden Fortpflanzungsweisen, ob nämlich die durch die Sporen, oder ob die durch die Brutkörner bei den Flechten die gewöhnlichere sei, sondern es hängt dieses mehr von äufseren Verhältnissen ab, so dafs bald die eine, bald die andere die vorherrschende ist.

Fortpflanzung der Charen durch gemmenartige Gebilde.

In meiner kleinen Abhandlung über die Gattung Chara, welche ich schon im Jahre 1825, als Student geschrieben und in der Linnaea von 1827 (pag. 55) publicirt habe, findet sich die Angabe, dafs die Fortpflanzung der Charen nicht nur durch die Saamen geschehe, sondern es entwickeln sich auch aus den alten Knoten neue Pflänzchen; ich hatte diese Fortpflanzung bei Chara flexilis L. und Chara barbata mihi beobachtet, woselbst die alten Knoten erst gegen Ende des zweiten Sommers abstarben, nachdem sich im Frühjahre die neuen Individuen aus denselben hervorgebildet hatten.

Im Jahre 1826 ward durch Bertoloni *) eine Chara

*) Brugnatali Giornale de Physica etc. IX. pag. 208.

unter dem Namen Chara ulvoides beschrieben, welche in den untersten Knoten äufserst niedliche gezähnte Räderchen von weifser Farbe besitzt, aus einem jeden der weifsen Röhren dieses Organs geht ein wahrer Stengel hervor. Später wurden diese eigenthümlichen Gebilde durch Herrn Bauer auch bei Berlin entdeckt und zwar an einer Chara, welche Herr Reichenbach *) für eine Varietät der Chara translucens Pers. hält, sicherlich ist dieselbe mit Chara ulvoides Bert. identisch. Diese Gebilde sind überaus niedlich gestaltet und Herr Reichenbach hat mehrere vortreffliche Abbildungen derselben am angeführten Orte gegeben; sie sind von blendend weifser Farbe und bestehen aus einfachen Zellchen, welche in Form eines Kreises gestellt sind und durch ihre Hervorragungen demselben das Ansehen eines sehr niedlichen Sternes geben. Diese Sterne sind 5-, 6- und 7-strahlig und im Inneren der Zellen ganz und gar mit Amylum-Kügelchen gefüllt. Sie treten nicht selten in den Knoten der untersten Glieder des Stengels auf, es ist aber ihr Vorkommen in den Knoten der Wurzeln dieser Charen-Art gegen Ende des Sommers und im Herbste ganz gewöhnlich; sie sind zuweilen von solcher Gröfse, dafs ihr Durchmesser die Länge von 3 und 3½ Linie beträgt. Im Monate November habe ich diese Sterne, getrennt von den Stengeln, in Wasser gelegt und nach einigen Wochen waren die Spitzen der einzelnen Strahlen in neue Stengel ausgewachsen, welche aber schon abstarben, als sie die Länge eines Zolles erreicht hatten, woran aber wahrscheinlich nur die Kälte Schuld war, welche dieselben an ihrem Standorte dicht am Fenster traf; es sind demnach diese sternförmigen Gebilde als wahre Gemmen anzusehen. Bei anderen Charen-Arten sind diese Sterne noch nicht beobachtet, doch haben Chara syncarpa, flexilis und Chara barbata sehr stark angeschwollene Knoten, und diese zeigen bei genauer Untersuchung eine Menge von

*) Iconographia botanica seu plantae criticae. Cent. IX. Lipsiae 1831. pag. 2. Tab. DCCCV.

kleinen Zellen, welche im Rande sitzen und mit Amylum oder etwas grünlich gefärbten Amylum-Kügelchen gefüllt sind, von denen es mir ganz wahrscheinlich ist, dafs sie ebenfalls zu neuen Schläuchen auswachsen können.

Drittes Capitel.

Von den verschiedenen Arten der künstlichen individuellen Fortpflanzung.

I. Vermehrung der Gewächse durch Schnittlinge oder Stecklinge.

Die Vermehrung der Gewächse durch Schnittlinge ist die gewöhnlichste nach der durch Saamen; man bezeichnet sie gewöhnlich unter dem Namen der Vermehrung durch Theilung, während sie in der That eine Vermehrung durch Knospen ist, denn gewöhnlich werden die Schnittlinge mit ausgebildeten Knospen und Blättern eingesetzt. Der Baum von welchem der Schnittling genommen wurde, ist durch diese Operation allerdings durch Theilung vermehrt, aber man hat dabei einen Theil der Achse (des Stammes oder dessen Aeste) mit mehreren darauf sitzenden Knospen, das sind Keimen zu neuen Individuen, abgenommen, und diese Knospen werden zur selbstständigen Entwickelung veranlafst. Diese Vermehrung der Gewächse durch Schnittlinge, Stecklinge, Absenker u. s. w., welche von Gärtnern und Landwirthen, wie von jedem Blumenliebhaber ganz gewöhnlich ausgeführt wird, ist zwar im Allgemeinen sehr bekannt, doch halte ich es für nöthig, dafs dieser Gegenstand auch von der theoretischen Seite behandelt wird; es wird sich zeigen, dafs auch hier Theorie und Praxis zur vortheilhafteren Ausführung des Zweckes Hand in Hand gehen müssen. Schon in der Mitte des vorigen Jahrhun-

derts ist dieser Gegenstand durch Du Hamel*) für den damaligen Zustand der Wissenschaft auf die geistreichste Weise behandelt worden, aber jene herrliche Arbeit kommt in neueren Zeiten sehr in Vergessenheit.

Die Vermehrung der Gewächse durch Schnittlinge geschieht bei Monocotyledonen und bei Dicotyledonen, sowohl an Bäumen, als an Sträuchern, Halbsträuchern wie mitunter auch an krautartigen Gewächsen, und man verfertigt die Schnittlinge aus dem Stengel oder den Aesten, so wie auch aus den Wurzeln dieser Gewächse, doch verhält sich der Erfolg bei der Anwendung dieser verschiedenen Arten bei verschiedenen Gewächsen sehr verschieden, wie dieses die praktischen Erfahrungen der Gärtner lehren, wobei aber auch Thatsachen zum Vorschein gekommen sind, welche die Theorie noch nicht erklären kann.

Man wendet die Vermehrung der Gewächse durch Stecklinge aus verschiedenen Gründen an. Durch Schnittlinge kommt man schneller zum Ziele, was besonders bei Gewächsen mit nützlichen Früchten sehr zu berücksichtigen ist. Durch Schnittlinge, wie überhaupt durch Vermehrung durch Knospen, pflanzt man das Individuum mit allen seinen Eigenschaften, Vollkommenheiten und Fehlern fort, was durch Saamen bekanntlich in niederem Grade stattfindet. Ferner kann die Vermehrung solcher Gewächse, welche aus irgend einer Ursache nicht Früchte tragen, nur auf diese Weise, nämlich durch Schnittlinge am vortheilhaftesten ausgeführt werden. Es lassen sich keine theoretischen Gründe aufstellen, wefshalb nicht alle Bäume und Sträucher durch Schnittlinge, welche man in die Erde steckt, vermehrt werden könnten, und dennoch lehrt die praktische Erfahrung, dafs dieses bei einigen Gewächsen der Art, besonders bei hoch kultivirten höchst schwierig, ja oftmals fast unmöglich auszuführen ist. Dieses mag hauptsächlich die Ursache sein, dafs man bei der Vermeh-

---

*) Die Natur-Geschichte der Bäume u. s. w. Nürnberg 1765. II. pag. 75—106.

rung durch Schnittlinge zwei Methoden in Anwendung gesetzt hat: Man pflanzt nämlich die Schnittlinge unmittelbar in die Erde, oder man pflanzt sie auf die Achse (den Stamm, dessen Verlängerung und dessen Aeste) ähnlicher Gewächse. Diese letztere Methode belegt man mit dem Namen des Pfropfens und den dazu benutzenden Schnittling nennt man das Pfropfreis; dem Wesen nach gehören beide Methoden zusammen, und die Verschiedenheit in den Erscheinungen, welche sie zeigen, werden wir im Folgenden näher kennen lernen.

Vermehrung durch eigentliche Schnittlinge.

Die eigentlichen Schnittlinge werden in die Erde gesetzt um sie daselbst zur Entwickelung von Beiwurzeln zu treiben, durch welche sie später ernährt werden. Wir haben im vorigen Theile dieses Buches kennen gelernt, dafs abgeschnittene Aeste nicht, wie die Wurzeln der Gewächse, das ihnen dargebotene Wasser durch Endosmose der Zellen einnehmen, sondern dafs die Aufsaugung der rohen Nahrungsflüssigkeit in Folge der Transpiration ihrer Oberfläche erfolgt, und dafs die aufgenommene Flüssigkeit unmittelbar in den Spiralröhren in die Höhe steigt. Es ist nöthig, dafs die Schnittlinge so schnell als möglich in die feuchte Erde gesetzt werden, und meistens wird es sehr vortheilhaft sein, wenn sie in einem sehr feuchten Raume von der Mutterpflanze abgenommen werden, denn die Transpiration dauert an dem abgenommenen Schnittlinge ganz nach dem Grade des Feuchtigkeits-Zustandes der umgebenden Luft fort; verdunsten die Oberflächen des Schnittlinges viel, so mufs die Feuchtigkeit aus dem unteren Theile des Stengels ausgezogen werden, worauf die Luft in denselben hineintritt; und wir haben im vorigen Bande pag. 73 kennen gelernt, dafs nur sehr kräftige Schnittlinge im Stande sind das Wasser aufzunehmen, wenn sich in den Enden ihrer durchschnittenen Gefäfse Luft befindet. In dem schon angeführten Werke von Du Hamel,

so wie in der lobenswerthen praktischen Arbeit der Gärtner des botanischen Gartens zu Berlin *) findet man eine grofse Menge von praktischen Erfahrungen über diesen Gegenstand aufgezeichnet, welche mit der Theorie sehr gut zu vereinigen sind. Man wähle kräftige Aeste zu den Schnittlingen, doch darf die Zahl der Blätter an denselben nicht zu grofs sein, weil eine zu starke Verdunstung derselben den Knospen schädlich ist; bei kleinen Schnittlingen werthvoller Gewächse, kann man diese Verdunstung durch Bedeckung mit Glasglocken und Schutz gegen die Sonne verhindern, was bei hinreichend hoher Sommerwärme stets sehr vortheilhaft ist. Die Zeit, in welcher die Schnittlinge angefertigt werden müssen, ist nach dem Alter der Triebe, welche dazu verwendet werden sollen, sehr verschieden; im Allgemeinen ist die Zeit, gleich nach dem Erhärten des Holzringes, für die jungen Triebe die passendste, denn sobald der Holzring gebildet ist, findet die Ablagerung der Reservenahrung in den Blättern und von hier aus nach den verschiedenen, dazu bestimmten Theilen des Stengels statt. Bei den Gewächsen mit immergrünenden Blättern tritt dieser Zeitpunkt etwas früher ein, aber durchschnittlich kann man für unsere Gegenden annehmen, dafs in den Monaten August und September die passendste Zeit für die Vermehrung durch wahre Schnittlinge ist, und aus einem und demselben Grunde fällt diese Zeit mit jener zusammen, in welcher die Gewächse zu den Treibereien im Winter eingesetzt werden müssen, worüber im zweiten Theile pag. 365 die Rede war.

Es ist gegenwärtig eine fest stehende Thatsache, dafs die Bildung der Wurzeln durch den herabsteigenden Saft erfolgt, welcher in den Blättern der Pflanze zubereitet ist, und man ist durch verschiedene Operationen vermögend diese Wurzelbildung an irgend einer Stelle hervorzurufen, ja durch Unterbindung der Rinde u. s. w. zu befördern,

*) S. die gekrönte Preisschrift über das beste Verfahren Pflanzen durch Stecklinge zu vermehren. — Verhandlungen des Gartenbau-Vereins in den Königl. Preufs. Staaten. Berlin 1837. XIII. pag. 7.

oder auch durch Wegnahme der Blätter ganz zu unterdrücken, setzt man nun einen Steckling mit frischen Blättern, gleich nach der Ausbildung des Holzringes in die Erde und verhindert das Absterben desselben durch die Verdunstung, so steigt der in den Blättern angehäufte Nahrungs- und Bildungssaft durch die inneren Schichten der Rinde und dem jüngsten Holze herab, und es treten Beiwurzeln aus der Oberfläche des Holzes hervor, so weit der Steckling mit feuchter Erde umgeben ist. Die Zeit jedoch, in welcher es bis zum Ausbruche der Wurzeln kommt, und der Ort wo dieselben hervorkommen, ist bei verschiedenen Pflanzen wieder sehr verschieden; einige wurzeln leicht, andere dagegen sehr schwer.

Nächst der Herbstzeit ist auch das früheste Frühjahr für die Abnahme der Schnittlinge passend, denn so lange, bis dafs der Saft in den Gewächsen steigt, ist in dem Holze derselben, besonders in der Nähe der Knospen und in den Markstrahlen, sowie oftmals auch im Marke und selbst in den Holzzellen, eine grofse Menge von Amylum abgelagert, welche zu Zucker und Gummi aufgelöst und zur Ausbildung der jungen Triebe verwendet wird. Bei diesen Frühlings-Schnittlingen bilden sich jedoch die Wurzeln erst mit der Ausbildung der Blätter, und sind die Pflanzen sehr zart, so gehen die Schnittlinge derselben schon früher ein, als bis es zur Wurzelbildung kommt.

Bei denjenigen Bäumen, deren Schnittlinge sehr lange Zeit zum Wurzeltreiben bedürfen und oftmals, wie bei den Coniferen und anderen Gewächsen mehrere Jahre hindurch unbewurzelt in der Erde stehen, da hat man die vorherige Unterbindung der Rinde desjenigen Theiles empfohlen, den man später als Schnittling benutzen will. Du Hamel *) hat hiervon die vortheilhafteste Wirkung beobachtet, und noch dazu an sehr dicken Schnittlingen. Die Unterbindungen der Rinde müssen aber mit einem sehr festen Materiale ausgeführt werden, feiner Bindfaden

*) l. c. II. pag. 86.

ist dazu zu schwach, dagegen fester Drath sehr passend. Die Folgen solcher Unterbindung sind übereinstimmend mit jenen die durch ringförmige Entrindungen hervorgerufen werden, und schon in den vorhergehenden Theilen dieses Buches *) vielfach betrachtet wurden. Oberhalb der Unterbindung bildet sich jedesmal eine Wulst, welche aus der herabgestiegenen neuen Holzmasse und Rindensubstanz besteht, wenn die Unterbindung während der Zeit der Holzbildung stattfand; unterband man nach vollendeter Bildung des neuen Holzringes und schneidet den Ast im folgenden Frühlinge ab, so ist die Wulst oberhalb der Unterbindung sehr gering und besteht aus einer Wucherung der inneren Schichten des Rinden-Parenchymes, welche durch die Stockung des herabsteigenden Saftes hervorgerufen wurde. Schneidet man diese Schnittlinge dicht unter der Wulst ab und setzt sie in die Erde, so kommen an jener Wulst mehr Wurzeln zum Vorschein, als es gewöhnlich der Fall ist, und der Ausbruch derselben wird dadurch ebenfalls sehr beschleunigt (offenbar durch die Anhäufung des herabgestiegenen Bildungssaftes in jener Wulst); die Beiwurzeln brechen bald durch die Substanz der Wulst hindurch, bald über derselben aus der normalen Rinde, sie nehmen aber stets ihren Ursprung von der Oberfläche der jüngsten Holzschicht.

Setzt man gewöhnliche Schnittlinge ohne die so eben angegebene Vorbereitung in die Erde und beobachtet die Enden derselben von Zeit zu Zeit, so wird man bemerken, dafs sich an denselben, von der inneren Rindenschicht aus eine mehr oder weniger schnell wachsende Wulst allmälich ausbildet, sie nimmt alsbald ein gelbbräunliches und endlich ein braunes Ansehen an und vergröfsert sich bei vielen Gewächsen, besonders bei denen mit immergrünenden Blättern, als bei den Myrtaceen, den Coniferen u. s. w. so bedeutend, dafs sie endlich die ganze Schnittfläche des Schnittlinges mit einer knorpelharten kugelförmigen, zu-

*) I. pag. 396. und II. pag. 359 etc.

weilen mit vielen Auswüchsen versehenen Masse vollständig bekleidet, ja oftmals noch weit über den Schnittrand der Rinde hinausragt. Diese Wulst wird in der Gärtner-Sprache Callus genannt; sie besteht in einer bloſsen Wucherung des inneren Rinden-Parenchymes, dessen Zellen auf der Oberfläche die braune Farbe der Korkschicht annehmen und eine sehr bedeutende Festigkeit ihrer Membranen zeigen; es ist dieselbe wuchernde Rindenmasse, wodurch Verletzungen der inneren Rindenschichten und selbst oberflächliche Wunden im Holzkörper äuſserst schnell ausgefüllt werden, und sie tritt an den oberen, wie an den unteren und an den seitlichen Schnittflächen der Rinde hervor, an der unteren und der seitlichen jedoch, wegen der Stauchung des herabsteigenden Saftes in um so gröſserer Masse, wenn der Schnittling frisch erhalten wird und für längere Zeit assimilirte Nahrungsstoffe in Reserve enthält.

Man hat diese Rindenwulst an der Basis der Schnittfläche meistens als ein Hinderniſs für die Entwickelung der Wurzeln angesehen, oft wird dieselbe aber von den Praktikern als Erforderniſs zur Bildung der Wurzeln betrachtet, ja sie sehen das Erscheinen derselben als ein sicheres Kennzeichen an, daſs der Schnittling Wurzel fassen wird; doch schwerlich kann man der einen oder der anderen dieser Ansichten beistimmen, denn die Wucherung der inneren Rindenschichten und die Wurzelbildung bei den Schnittlingen, hat zwar eine und dieselbe Ursache zum Grunde, doch weſshalb die eine Pflanze leichter Wurzel bildet, als die andere, das ist ebenso unerklärbar, als die verschiedene Fruchtbarkeit der verschiedenen Gewächse. Du Hamel hat in Hinsicht dieser Wulstbildung verschiedene Versuche angestellt, welche sehr leicht wiederholt werden können; er schnitt an verschiedenen Schnittlingen einen Theil der Rinde auf verschiedene Weise ab, womit der Schnittling in die Erde kam; die Wulstbildung folgte allen Wendungen der abgeschnittenen Rinde und war am bedeutendsten, wenn der Ausschnitt der Rinde senkrecht auf den Holzkörper

fiel. In Folge einer spiralförmigen Entrindung jenes Theiles des Schnittlinges zeigte sich die Rinden-Wucherung, bei einem Weiden-Schnittlinge, an dem oberen Rande und es kamen viele Wurzeln hervor.

Wenn man fleischige, sehr saftreiche Gewächse, wie Cactus-Arten durch Schnittlinge vermehren will, so bedarf es weniger Vorsichtsmafsregeln, ja es ist nicht nur vortheilhaft sondern sogar meistens sehr nöthig, dafs man die Schnittlinge vorher in der freien Luft abtrockenen läfst. Das Zellengewebe dieser Pflanzen hat nämlich so viel Feuchtigkeit und Nahrung für die Entwickelung der Knospen in sich, dafs die Einsaugung des rohen Nahrungssaftes in der ersteren Zeit nicht nur gar nicht nöthig ist, und die Schnittlinge faulen nur, wenn man sie frisch einsetzt. In der schon früher angeführten Preisschrift über die Vermehrung der Stecklinge findet man auf Seite 26 die Angabe, dafs die Mammillarien sehr vortheilhaft aus einzelnen Warzen vermehrt werden können. Diese Warzen sind aber auch nichts weiter, als seitliche, aus dem Stamme mehr oder weniger weit hinausgeschobene Knospen. In jener Abhandlung wird auch gelehrt, dafs man die Schnittlinge der Milchsaft-führenden Pflanzen zuerst abtrocknen lassen müsse, ehe sie eingesetzt werden; dieses beruhet aber wohl auf die schädliche Wirkung, welche der Milchsaft der meisten Pflanzen auf die Vegetation zeigt, wenn derselbe eingesaugt und zu den Blättern geführt wird.

Die Vermehrung der Monocotyledonen durch Schnittlinge ist im Allgemeinen nicht so gebräuchlich, als die der Dicotyledonen, und wird meistens auch nur bei solchen Gattungen möglich, wo der Stengel aus den Knoten Aeste treibt. Einige für die menschliche Gesellschaft besonders wichtige Monocotyledonen, als das Zuckerrohr und die Pfeffer-Pflanze werden durch Stecklinge fortgepflanzt, wenn sie schnellen und reichen Ertrag liefern sollen. Herr Schultz*) erzählt uns zwar, dafs das Zucker-

*) Die Natur der lebendigen Pflanze. II. pag. 275.

rohr in St. Domingo nur durch Saamen fortgepflanzt werden kann, doch diese Angabe beruht ebenfalls auf einen Irrthum. Bei der Pfeffer-Pflanze ist ein einzelnes Internodium des Ausläufers der alten Pflanze zur Vermehrung hinreichend, doch nach Verlauf von 3 Jahren, wenn die neuen Pflanzen eine Höhe von 8—12 Fufs erreicht haben und Früchte zu tragen anfangen, schneidet man die ganze Pflanze ab und legt sie horizontal, in Form eines Zirkels in die Erde, worauf die ganze Pflanze von Neuem treibt und reichlichere Früchte trägt *). Auch die Vermehrung des Zuckerrohres geschieht durch Stecklinge, welche man aus dem Schafte der ausgewachsenen Pflanze von 2—3 Fufs Länge verfertigt und entweder horizontal oder auch vertical einsetzt. Sowohl die Wurzeln, als besonders die Knospen treiben hier fast immer genau aus den Knoten hervor. Dracaena terminalis, deren Knollen auf den Südsee-Inseln zu berauschenden Getränken benuzt werden, schneidet man an der Basis des Stammes ab und steckt diesen wieder in die Erde, worauf derselbe von Neuem Wurzel treibt und Knollen bildet, die man wieder wie die Vorhergegangenen abnehmen kann.

Bei dergleichen Gewächsen, welche unterirdische Stengel treiben, als bei den Gattungen Spiraea, Rosa, Syringa, Corchorus u. s. w. da ist die Vermehrung durch Wurzel-Schnittlinge, welche man von diesen unterirdischen Stengeln anfertigt, dem Wesentlichen ganz übereinstimmend mit jenen durch Stengel-Schnittlingen, und da auch kriechende Wurzeln unter günstigen Umständen Knospen entwickeln, so können auch diese zur Vermehrung durch Schnittlinge dienen. Man kann aber auch Wurzeln mit sogenannten verborgenen Knospen zu Schnittlingen benutzen, und schon Du Hamel führt an, und ähnliche Fälle sind gewifs von jedem Botaniker beobachtet worden, dafs entblöfste Ulmen-Wurzeln, wenn sie an die Luft kommen, Zweige austreiben. In der angeführten Preisschrift über

*) S. Meyen's Pflanzen-Geographie. pag. 465.

die Vermehrung durch Stecklinge wird eine grofse Zahl von sehr verschiedenartigen Pflanzen aufgeführt, welche durch Wurzel-Stecklinge niemals fehlschlagen; es werden hiezu die stärkeren Wurzeln benutzt, deren Wurzelfasern abgeschnitten werden, und deren obere Enden etwas über die Oberfläche der Erde hervorragen. Schon Agricola, in dem schon früher angeführten Werke (II. pag. 6.) rühmt die Vermehrung der Pflanzen durch Wurzel-Schnittlinge und glaubt, dafs man dieselbe als Universal-Vermehrungs-Methode anempfehlen könne.

Du Hamel führt mehrere Fälle der auffallendsten Vermehrung durch Wurzel-Schnittlinge an *); so kann man die Wurzel der Campanella pyramidalis in Scheiben zerschneiden und aus jeder Scheibe eine neue Pflanze ziehen, ja der Meer-Rettig kann würfelförmig zerschnitten werden und aus jedem dieser Theile erhalte man eine neue Pflanze!

Vermehrung durch Pfropfreiser.

Ich habe schon im vorigen Abschnitte angegeben, dafs die Vermehrung durch Schnittlinge und durch Pfropfreiser dem Wesentlichen nach ganz übereinstimmend ist; die letztere Operation nennt man das Pfropfen, oder auch das Pfropfen mit Zweigen oder Reisern. Die eigentlichen Schnittlinge setzt man in die Erde zum Wurzeltreiben, die Pfropfreiser setzt man dagegen auf andere ähnliche Gewächse, damit sie mit diesen verwachsen und dadu rchdie Organe zur Aufnahme der Nahrung erhalten. Die Schnittlinge verfertigte man im Allgemeinen von beblätterten Aesten, die Pfropfreiser dagegen werden im Allgemeinen nur von blattlosen, mit Knospen versehenen Spitzen der Aeste junger Bäume oder anderer Pflanzen abgeschnitten. Da man diese Vermehrungsweise gewöhnlich zur Veredelung schlechterer Gewächse benutzt, so nennt man dasjenige Individuum, worauf das Pfropfreis

*) S. dessen Natur-Geschichte der Bäume u. s. w. II. pag. 143.

gepflanzt wird, den Wildling; da diese Benennung aber nicht allgemein passend ist, wie wir im Folgenden sehen werden, so haben die Neueren die Benennung: Subject für diejenige Pflanze vorgeschlagen, worauf ein anderes Gewächs gepflanzt wird.

Pfropfreiser schneidet man schon in den Winter-Monaten, ja wenn sie weit versendet werden müssen, selbst in der späten Herbstzeit von ihren Mutterpflanzen ab, und es werden dazu meistens die Zweige vom letzten Triebe genommen, doch ist in anderen Fällen auch das zweijährige Holz sehr vortheilhaft anzuwenden. Je dünner das Subject ist, um so weniger Augen lasse man dem Pfropfreise, und bei Obstbäumen lehren Praktiker, dafs man nie über 4 Augen stehen lassen soll. Die Wahl in der Form und dem Alter dieser Zweige, so wie in dem Alter der Mutterpflanze von welcher man die Pfropfreiser abschneidet, richtet sich nach dem Zwecke, welchen man zu erlangen strebt, und hierüber lehren die prächtigen Werke über die Gärtnerei u. s. w. Die Aufbewahrung der Pfropfreiser bis zu ihrer Benutzung geschieht in einem feuchten, aber luftigen Raume, oder man steckt sie einige Zoll tief in die Erde und schützt sie gegen den Frost.

Um die Vereinigung des Pfropfreises mit dem Subjecte zu bewirken, wendet man verschiedene Methoden an, welche ich in der Kürze aufführen mufs um dann zu zeigen, dafs sie alle auf einem und demselben Principe beruhen.

1) Das Pfropfen in den Spalt. Diese Methode kann schon sehr früh, noch lange vor dem Steigen des Saftes ausgeführt werden. Das Subject, welches bepflanzt werden soll, ist entweder an seinem Stamme oder an seinen Aesten horizontal abgeschnitten, und in diese beschnittenen Enden bringt man die Spalten an, worin die, an ihren Enden für die Spalte passend beschnittenen (im Allgemeinen keulförmig) Pfropfreiser eingesteckt werden. Auf die Schnittflächen junger Subjecte, deren Stamm noch sehr geringe Dimensionen hat, setzt man jedesmal

ein einzelnes Pfropfreis, ist aber der Stamm sehr bedeutend dick, so kann man mehrere aufsetzen, was sich ganz nach der Dicke desselben richtet; man nennt die Pfropf-Methode, wo mehrere Pfropfreiser rund im Umfange des Stammes befindlich sind: Kron- oder Kopf-Pfropfungen.

Bei diesem Pfropfen, so wie bei allen anderen Methoden des Pfropfens und des Oculirens, wovon später die Rede sein wird, hat man genau darauf zu achten, dafs sich, bei dem Aufsetzen des Pfropfreises auf das Subject stets gleichartige Theile berühren, dafs also Holz auf Holz, Splint auf Splint und dafs vorzüglich die inneren Rindenschichten der beiden Individuen sich sorgfältig berühren. Sind Pfropfreis und Subject von gleicher Dicke, so ist dieses sehr leicht auszuführen, wenn die Schnittflächen des Pfropfreises denen des Subjects vollkommen entsprechen, wobei sehr scharfe Messer angewendet werden müssen, damit die verschiedenen durchschnittenen Elementar-Organe offen bleiben und nicht durch Quetschung die natürliche Richtung verlieren. In solchen Fällen, wo Subject und Pfropfreis von gleicher Dicke sind, kann man erstens sehr vortheilhaft keulförmig zuspitzen und am Pfropfreis die entsprechende Spalte anbringen.

Zur Befestigung des Pfropfreises, so wie die Verdunstung an den Schnittflächen zu verhüten, wird die ganze Wunde umbunden und mit verschiedenen Substanzen, als Baumwachs u. s. w. beklebt, worauf man den Erfolg der Pfropfung abwartet.

Diese Methode ist in der neueren Zeit für die Gartenkunst abermals besonders wichtig geworden, indem sich fast alle Pfropfungen und Oculirungen krautartiger Gewächse hierauf stützen, durch welche sich Tschudy *), Fourquet **) und viele Neuere bleibende Verdienste erworben haben. Man pfropft gegenwärtig nach den Angaben

---

*) Essai sur la greffe de l'herbe des plantes et des arbres. I. 1819.
**) Annales de l'institut horticole de Fromont. 1829. pag. 39.

der so eben genannten Gartenfreunde nicht nur die jungen krautartigen Triebe der Bäume, sondern selbst einjährige Pflanzen lassen sich nach jener Methode sehr leicht auf einander pfropfen, und hiebei verdient das Pfropfen auf knollenförmig verdickte Wurzeln besondere Aufmerksamkeit, welches gegenwärtig bei den Georginen (Dahlien) und den Paeonien ganz allgemein im Gebrauche ist. Das Gelingen dieser Kraut-Pfropfungen hängt hauptsächlich davon ab, dafs die Knospen des Pfropfreises genau auf diejenige Stelle zu stehen kommen, wo die des Subjectes stehen würden, wobei noch die Kreuzung der Blätter zwischen dem Subject und dem Pfropfreise statt finden mufs.

2) Das Pfropfen in die Rinde; man wendet diese Methode bei sehr dicken, alten Bäumen an, welche nahe der Wurzel abgeschnitten werden, oder auch an jungen Stämmchen, denen man die Aeste läfst, oder doch nur einige derselben abschneidet. Das Pfropfen in die Rinde kann nur zur Zeit geschehen, wenn das Subject im Safte steht und sich die Rinde vom Holze leicht lösen läfst. Besteht das Subject in einem abgeschnittenen dicken Stamme, so wird die Rinde an mehreren Stellen des Umfanges leicht gelöst, und in diese Spalten setzt man die spitz zugeschnittenen Pfropfreiser, wobei sich Holz mit Holz berühren mufs. Pfropft man auf der Seite eines jungen Stämmchens, so schneidet man in die Rinde in Form eines T und löst die Lappen der Rinde etwas ab, worauf der fein zugespitzte Zweig dazwischen geschoben wird.

3) Das Copuliren oder das Pfropfen auf schrägen Schnittflächen. Diese Methode wird gegenwärtig von den Praktikern als die sicherste, den Bäumen am zuträglichsten, und geschwindeste anempfohlen; sie kann das ganze Jahr hindurch angewendet werden und gelingt fast immer. Am entsprechendsten ist diese Methode in solchen Fällen, wo Pfropfreis und Subject von gleicher Dicke sind, doch schadet es nicht sehr, wenn auch das Subject stärker ist, als das Pfropfreis. Um die Copulirung auszuführen, schneidet man das Subject und

das Pfropfreis in einem schrägen, ungefähr 1—1½ Zoll langen Schnitte durch und legt die Schnittflächen so aufeinander, dafs sich die inneren Rindenschichten und die Ränder des jungen Holzringes gegenseitig berühren. Eine gute Befestigung ist bei dieser Methode besonders nöthig. Copulirt man nach der Ausbildung des Holzringes, so nennt man die Methode Pfropfen mit schlafendem Auge (Knospe), und dann kommen die Knospen erst im nächsten Jahre zur Entwickelung. Diese Methode des Pfropfens ist so äufserst vortheilhaft, dafs man bei Pflanzen mit dicken, lederartigen Blättern, welche wenig transpiriren, wie die Orangen, nicht nur Zweige pfropft, welche ganz beblättert sind, sondern auch Zweige mit Blüthen und Früchten; die Operation gelingt sehr häufig wenn sie schnell ausgeführt wird, und die Schnittflächen genau aufeinander liegen, damit sich nicht Luft dazwischen setzen kann.

Das Copuliren wendet man auch bei Wurzeln an (Wurzel-Copulation), wozu Wurzeln von der Dicke eines Federkiels bis zu der eines Daumens benutzt; man nimmt Wurzelstöcke von 4 Zoll Länge und darüber, welche mit einigen Haarwurzeln versehen sind und führt die Operation wie gewöhnlich aus. Die Vereinigungsstelle mufs in der Erde bleiben, aber gut wasserdicht verschlossen sein; gewöhnlich treiben hiebei die Propfreiser sehr bald eigene Wurzeln und es bleibt dann ein gewöhnlicher Steckling zurück.

Von dieser Methode ist dem Wesen nach die folgende nicht verschieden:

4) Das Pfropfen auf horizontaler Schnittfläche. Diese Methode kann nur zur Zeit, wenn die Pflanzen im Safte stehen und die Rinde sich löst, in Anwendung gesetzt werden, und zwar nur in solchen Fällen, wo Pfropfreis und Subject von gleicher Dicke sind. An dem Ende des abgeschnittenen Subjectes nehme man einen breiten Rindenstreifen ringsumher ab und setze auf diese entblöfste Holzfläche den horizontal abgeschnittenen Zweig

mit einer daran hängenden, entsprechend langen Rindenröhre, worauf die Befestigung durch Seitenschienen geschehen mufs, und auch der Verband wie in anderen Fällen auszuführen ist. Ich machte einen solchen Versuch vor vielen Jahren mit einem Weidenaste, welcher vollkommen gelang, und würde durch Du Hamel's Angaben über das Pfropfen mit dem Röhrlein darauf geführt, welches wir bei den Abschnitten von dem Oculiren näher anführen werden; die Anfertigung des passenden Pfropfreises hat allerdings einige Schwierigkeiten. An dem Ende des Pfropfreises spaltete ich auf den zwei entgegengesetzten Seiten die Rinde durch Längenschnitte, zog dann die zwei Längenstreifen der Rinde entsprechend weit ab, schnitt den entblöfsten Holzkörper mit horizontaler Schnittfläche aus und befestigte die herabhängenden Rindenlappen um die entblöfste Fläche des Subjects.

5) Das Ablactiren oder Absaugen. Diese Methode wird in neueren Zeiten weniger häufig ausgeführt, als früher, obgleich sie sehr sicher ist, aber auch durch die Umstände häufig erschwert wird; sie besteht darin, dafs man die unabgeschnittenen Zweige zweier, neben einander stehender Gewächse zum Verwachsen bringt, worauf dann das Pfropfreis abgeschnitten wird. Um das Zusammenwachsen neben einander stehender Zweige zu bewirken, ist nichts weiter nöthig, als die Rinde bis auf den Holzkörper an der Berührungsstelle zu entfernen, worauf die Zweige durch die herabsteigenden neuen Holzschichten mit einander vereinigt werden. Wird hierauf das Pfropfreis von der Mutterpflanze abgeschnitten, so wird es von dem Subjecte ernährt. Ein solches Verwachsen dünner Aeste findet in der Natur nicht selten statt, aber besonders häufig, ja durchgängig ist es in tropischen Wäldern, besonders bei einigen Familien von Pflanzen zu finden*), wo schon durch die anhaltende Berührung die Rinden der nebeneinanderliegenden Aeste verschwinden und hierauf die

---

*) S. Meyen's Grundrifs der Pflanzen-Geographie. pag. 191.

Verwachsung durch die neuen Holzschichten erfolgt. Man trifft dort nicht selten, dafs mehrere Aeste, selbst 4 und 5, rund um den Umfang eines in der Mitte stehenden Astes verwachsen. Eine höchst interessante Beobachtung der Art hat uns Herr Turpin *) über das Verwachsen der Luftwurzeln der Clusia rosea L. mitgetheilt; diese parasitische Pflanze treibt Wurzeln aus, welche in die Erde herabsteigen, oft aus Höhen von 80—100 Fufs, und daselbst Seitenwurzeln treiben, während der in der Luft bleibende Theil Aeste hervorbringt. Nachdem diese Luftwurzeln eigene Wurzeln getrieben haben, ist ihr Wachsthum sehr beschleunigt, und bei ihrer schnellen Verdickung wachsen die neben einanderliegenden so innig mit einander zusammen, dafs sie den Stamm der Mutterpflanze, worauf der Parasit wuchert, sehr bald mit einem dicken Mantel umkleiden. In unseren Gegenden hat man diese Vereinigung mehrmals an Buchen-Aesten beobachtet, deren Rinde an der Berührungsstelle durch Reibung in Folge des Windes u. s. w. abgerieben war, und man wendet sie künstlich an, um die Dichtigkeit der Hecken zu vermehren. Wollte man aber diese Methode bei einzeln stehenden Bäumen in Anwendung setzen, so würde das Pfropfreis oft erst nach langen Jahren die nöthige Festigkeit des Verbandes mit dem Subjecte erlangen, wefshalb man jene Vereinigung durch besondere Operationen befördert; man schneidet nämlich an der Berührungsstelle der zum Zusammenwachsen bestimmten Aeste mehr oder weniger grofse scheibenförmige Holzstücke ab, ja man geht selbst bis zur Mitte der beiden Aeste in das Holz ein und legt dann die Schnittflächen genau auf einander, so dafs sich die inneren Rindenschichten gegenseitig berühren.

Das Ablactiren kann bis zur Mitte des Sommers ausgeführt werden, später aber, wenn die Bildung der Holzringe schon gröfstentheils erfolgt ist, kommt die Verwachsung nicht mehr zu Stande, obgleich die Ernährung, wenn

---

*) Iconographie végét. pag. 44.

der Verband die Verdunstung auf den Schnittflächen verhindert, durch seitlichen Durchgang des Nahrungssaftes dennoch erfolgt. Auch wendet man diese Methode nur noch bei seltenen Gewächsen an, um das Verderben des Pfropfreises ganz sicher zu verhindern. Das Vortheilhafte der Methode des Ablactirens besteht aber darin, dafs man nicht nur kleine Aeste, sondern selbst sehr grofse, bezweigte und belaubte Aeste und selbst Stämme auf diese Weise nach Belieben übertragen kann.

Als eine Modification des Ablactirens ist die Methode anzusehen, nach welcher man lange Aeste und Zweige abschneidet, dieselben gleich Schnittlingen in die Erde stellt und dann zu gleicher Zeit auf ein Subject nach der Methode des Ablactirens aufpfropft. Auch hat man diese Methode des Verwachsens in Anwendung gesetzt, um der Krone eines Baumes mehrere Stämme und dadurch gröfsere Wurzeln zu geben, wobei man ein stärkeres Treiben der Krone bezweckte, worüber jedoch die Erfahrungen noch nicht ganz übereinstimmend sind. Du Hamel hat selbst den interessanten Versuch gemacht, dafs er die Stämme zweier neben einanderstehender Ulmenbäumchen durch Ablactiren mit einander verband, dann die Wurzel des einen Stammes aus der Erde nahm, dieselbe nach Oben richtete und nun das Treiben einer Krone aus der umgekehrten Wurzel beobachtete.

Die Theorie dieser Operationen beruht auf die von den Knospen und den neuen Trieben herabsteigende Bildung der neuen Holzschichten, wodurch das Pfropfreis mit dem Subjecte ganz in derselben Weise in Verbindung tritt, wie die jungen Triebe eines Baumes mit dessen Stamme, worüber schon in den beiden vorhergehenden Theilen dieses Buches (Bd. I. pag. 394. und II. pag. 363.) ausführlich die Rede war. Die ersten schönen Beobachtungen über das Verwachsen des Pfropfreises mit dem Subjecte, sind wohl von Du Hamel *) angestellt, er fand

---

*) l. c. II. pag. 61.

bei Pfropfungen in die Rinde und in den Spalt, dafs, drei Wochen nach der Operation, oder vielmehr wenn die Reiser angefangen hatten zu treiben, der ganze Theil des Pfropfreises, den die Rinde umfafst hatte, wie auch alle leeren Räume, welche zwischen Subject und Pfropfreis geblieben waren, mit einer zarten, weichen und gleichsam körnigen Substanz erfüllt waren, welche nichts Anderes als das Cambium oder das junge Zellengewebe ist, woraus sich später das Holz bildet. Auch hatte schon Du Hamel beobachtet, dafs sich jene weiche Substanz später in Holz verwandelt. Die inneren Rindenschichten verwachsen zwischen dem Pfropfreise und dem Subjecte mehr oder weniger ganz vollkommen, so dafs man dieselben nicht von einander unterscheiden kann. Die neuen Rindenschichten, so wie die neuen Holzschichten bestehen indessen aus einer zusammenhängenden Bildung, welche ganz und gar dem aufgesetzten Propfreise angehört.

II. Vermehrung der Gewächse durch Oculiren oder Aeugeln.

Die Vermehrung der Gewächse durch einzelne Knospen streitet in vielen Fällen mit jener durch Stecklinge um den Vorrang; sie wird gewöhnlich nur zur Veredelung der Bäume und Sträucher benutzt, kann aber, vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, unter ähnlichen Gewächsen der Dicotyledonen sehr allgemein ausgeführt werden.

Die Vermehrungsart, wobei einzelne Knospen auf andere Gewächse (Subjecte) übertragen werden, damit sie auf dieser zur Entwickelung kommen, nennt man das Aeugeln oder Oculiren, und die Knospe: das Auge. Man oculirt mit treibendem Auge und mit schlafendem Auge; ersteres findet im Frühjahre statt, sobald sich die Rinde vom Holze zu lösen beginnt und kann bis gegen Johannis ausgeführt werden, letzteres dagegen wird von Ende Juli bis zum September ausgeführt, so lange sich noch neue Holzsubstanz aus dem, aus den Blättern herabstei-

genden Safte bildet, wodurch das junge Auge mit dem Holzkörper des Subjects in innige Verbindung tritt und den Winter über schon als ein zum Baume gehöriger Theil ernährt wird. Man hat eine sehr grofse Anzahl von Oculirungs-Methoden angegeben, wovon die meisten nur als Spielereien zu betrachten sind, obgleich Jedermann die von ihm empfohlene Methode, als die vortheilhafteste anpreist.

Man pflanzt entweder eine einzelne Knospe auf eine andere Pflanze, oder man pflanzt mehrere im Zusammenhange; erstere Methode ist das eigentliche Oculiren, letztere führt dagegen verschiedene Namen. Belzen oder Oculiren mit dem Röhrlein, auch Pfeifeln genannt, ist diejenige Methode des Oculirens, wo man mehrere Knospen, auf einem ringförmigen Rindenstücke sitzend, auf das Subject überträgt.

Wir haben schon früher kennen gelernt, dafs die Knospen entweder mit dem Marke unmittelbar in Verbindung stehen, oder dafs sie aus den Markstrahlen hervorbrechen; wenn man also diese Knospen unverletzt von ihrer Mutterpflanze abnehmen will, so mufs man sie nicht etwa mit der blofsen Rinde abziehen, sondern man mufs so tief in das Holz schneiden, dafs die feste Basis des Knospenkeimes mit abgetrennt wird. Ferner läfst man die Knospe, welche abgeschnitten wird, mit einem Stückchen der darunter liegenden Rinde in Verbindung, welche man gewöhnlich in Form einer römischen Fünf oder eines Schildchens schneidet, denn da der herabsteigende Saft, aus welchem die neue Holzschicht gebildet wird, in der inneren Rinde seinen Lauf hat, so kann nur durch jene, mit der Knospe in Verbindung stehenden Rinde die spätere Verwachsung mit dem Holzkörper bewirkt werden. In früheren Zeiten lehrte man ganz allgemein die Knospe mit der blofsen Rinde zu trennen, und auf die entblöfste Oberfläche des Holzkörpers des Subjects aufzusetzen, wobei aber das Fehlschlagen der Knospen sehr häufig erfolgte, indem der Knospenkern dabei zerstört oder beschädigt wurde, worauf

man dann das Oculiren mit Holz in Holz empfohlen hat. Diese Methode, welche offenbar die sicherste ist, besteht darin, dafs man die Knospe in der Art abschneidet, dafs ein schildförmiges Stückchen Rinde und eine dünne Holzscheibe darunter an derselben sitzen bleibt, worauf man an dem Stamme oder dem Aste des Subjectes ein gleichgrofses Stückchen Rinde mit Holz abschneidet und das Auge in die Wunde des Subjects einsetzt. Auch hier mufs man genau darauf achten, dafs sich die inneren Rindenschichten des eingesetzten Auges mit denen des Subjectes berühren, denn dem Wesentlichen nach ist diese Methode des Oculirens mit Holz in Holz von jener des Pfropfens in den Spalt am Umfange eines abgeschnittenen Subjectes gar nicht verschieden, nur dafs im letzteren Falle mehrere Knospen auf dem Pfropfreise befindlich sind. Der Rindenschnitt auf dem Subjecte für die Einsetzung des Schildchens geschieht ganz ebenso, wie bei der Methode des Pfropfens in die Rinde.

Bei dem Oculiren, so wie bei dem Pfropfen in die Rinde hat man den grofsen Vortheil, dafs das Subject an der Impfstelle nicht abgeschnitten zu werden braucht, so dafs man durch jene Operationen die Krone eines Baumes ganz nach Belieben vergröfsern kann. Die Erfahrung hat aber gelehrt, dafs gröfsere Triebe, besonders wenn sie zur Spitze eines Baumes gehören, die kleineren zur Seite immer mehr und mehr zurückhalten können, indem sie den Nahrungssaft abziehen, defshalb ist es auch beim Oculiren rathsam, dafs die gröfseren Triebe in der Nähe des Auges abgestutzt werden. Geschah die Operation um das Subject zu veredeln, so müssen natürlich alle Triebe des Wildlinges abgeschnitten werden. Bei anderen Gewächsen aber, denen man durch das Oculiren entweder reichere Kronen, oder verschiedenartige Sorten aufpflanzen will, da hat man, um das Fortgehen der eingeimpften Knospen zu befördern, schon seit Jahrhunderten eine Operation anempfohlen, deren Bedeutung erst spätere Zeiten erklärt haben. Man macht nämlich dicht über der Impfstelle eine

ringförmige Entrindung des Subjectes, wodurch, wie wir es früher (I. pag. 396. II. pag. 359.) kennen gelernt haben, der Rückstrom des Cambiums über dem unteren geäugelten Theile des Subjectes aufgehoben ist. Unterhalb eines Ringelschnittes wird die Entwickelung der Knospen durch die stattfindende Stauchung des aufsteigenden Saftes befördert, und dieses geschieht auch bei den aufgepflanzten Knospen, so dafs der Vortheil jener Operation sehr augenscheinlich ist, wobei noch der Ast über dem Ringelschnitte durch die Anhäufung des Bildungssaftes zur stärkeren Entwickelung der Früchte kommt. Der Nachtheil des Ringelschnittes, nämlich das Absterben des Baumes durch verhinderte Bildung neuer Wurzelzasern u. s. w. (S. Theil II. pag. 365.), wird hier durch die Oculation des unteren Stammtheiles aufgehoben, indem die Bildung der neuen Holzringe und der Wurzelspitzen von dem, aus dem aufgepflanzten Auge entwickelten Individuum ausgeführt wird.

Schliefslich bleiben uns noch einige Bemerkungen über das Oculiren mit gröfseren Rindenstücken, worin das Oculiren mit dem Röhrlein oder das Pfeifeln besteht; bei dieser Methode wird der Ast, von welchem die Augen genommen werden sollen, horizontal beschnitten und zwar in einiger Entfernung oberhalb der zu benutzenden Knospen. Hierauf wird die Rinde in einiger Entfernung unterhalb der Knospen, durch einen Kreisschnitt durchschnitten und von ihrem Holzkörper abgedreht. Diese Rindenröhre mit ihren Knospen, welche man auf jene Weise erhalten hat, wird auf den abgestutzten und vorher entsprechend entrindeten Ast des Subjectes aufgesteckt und nach gehöriger Befestigung dem Anwachsen überlassen. In einigen praktischen Schriften ist gelehrt worden, und Herr De Candolle*) führt es auch in seiner Pflanzen-Physiologie auf, dafs man selbst mit Rindenstücken oculiren kann, welche keine sichtbare Knospen tragen. In solchen Fällen sollen sich die verborgenen Knospen ent-

*) Phys. végét. II. pag. 799.

wickeln, wenn welche vorhanden sind; indessen ich glaube, dafs diese Angaben auf unvollständigen Beobachtungen beruhen, denn die Entwickelung von Knospen aus blofser abgetrennter Rinde ist noch nicht durch wirkliche Beobachtungen erwiesen, wohl aber können sich in jenen Fällen die Adventivknospen aus den Markstrahlen entwickelt und hierauf die aufgelegte Rinde durchbrochen haben. Ich selbst habe bemerkt, dafs ein Weidenzweig, den ich vollständig abschälte und in einem Garten als Halter zu einem Rosenstocke steckte, welcher im Schatten gelegen war, nach einigen Wochen neue Knospen trieb und bedeutend lange Triebe entwickelte, auch hatte er starke Beiwurzeln getrieben. Um wie viel mehr kann aber ein abgestutzter und entrindeter Ast Beiknospen treiben, wenn derselbe mit einer anderen Rinde gegen das Verderben durch zu starke Ausdünstung geschützt ist.

Auch die Verwachsungen des aufgesetzten Auges mit dem Subjecte hat schon Du Hamel *) mit gröfster Genauigkeit beobachtet, und nur die Erklärung der beobachteten Erscheinungen ist in neuerer Zeit vervollständigt worden. Du Hamel fand in Folge seiner Untersuchungen, dafs die Ränder der Rinde, welche abgelöst wurden, um das Schildchen einzusetzen, vertrocknet waren, dafs aber der Rand des eingesetzten Schildchens mit jener weichen Substanz, dem Cambium nämlich, eingefafst war, und dafs unter dem Schildchen eine feine Holzplatte gebildet wird, welche um so stärker ist, je länger man die Verwachsung geschehen läfst. Auch wurde schon die Vereinigung dieser Holzlage und der neuen Holzschicht des Subjectes beobachtet. Ist die Structur und die Farbe des Holzes vom Pfropfreise und dem Subjecte einander ähnlich, so ist schon nach einigen Jahren keine Spur zu finden, wodurch man in dem Holze die Bildungen des Pfropfreises von denen des Subjectes unterscheiden könnte.

*) l. c. II. pag. 62.

III. Allgemeine Betrachtungen über die angeführte Vermehrung der Gewächse durch Knospen.

Die Erscheinungen des Pfropfens und des Oculirens bieten in mehrfacher Hinsicht viel Auffallendes dar, dieselben werden aber hinreichend erklärt, wenn wir die Knospen, ähnlich dem Saamen der Pflanzen, als eigene, ganz für sich bestehende Individuen ansehen, welche ihre Individualität beibehalten müssen, wenn sie auch aus ihrem natürlichen Standorte genommen und unter gleichen oder ähnlichen Verhältnissen zum Wachsen gebracht werden. Die rohen Nahrungsstoffe, welche von den Pflanzen aufgenommen werden, sind auf einem und demselben Boden immer dieselben, und sie werden, wie wir es im vorigen Theile (pag. 47) kennen gelernt haben, durch den Stamm geführt, um in den Blättern und allen krautartigen Theilen zu den, der Pflanze eigenthümlichen Säften verarbeitet zu werden; demnach verarbeitet jede Knospe und jedes Pfropfreis, welches einem Subjecte aufgesetzt ist, den dargebotenen Nahrungssaft für sich selbst, und das Subject kann hierauf keinen Einfluſs ausüben. Dadurch wird es denn auch erklärlich, daſs man durch Pfropfen und durch Oculiren Hunderte von verschiedenen Varietäten und selbst mehrere verschiedene Arten einem und demselben Subjecte aufpflanzen kann. Bei hochstämmigen Rosen versucht jeder Gartenliebhaber dergleichen Vermehrungen, und an unseren Obstbäumen sind diese Versuche im gröſsten Maſsstabe ausgeführt worden. Es sind verschiedene groſse Garten-Anlagen bekannt geworden, wo man einem und demselben Birnbaume, oder auch einem und demselben Apfelbaume alle die zahlreichen Varietäten von Birn und Aepfel aufgepflanzt hat, welche in dem ganzen Garten gezogen wurden, so daſs diese Bäume gleichsam als Muster-Karten für die gezogenen Früchte gelten konnten.

Man hat dieser Vermehrung der Gewächse durch Pfropfen und Oculiren hauptsächlich deſshalb so viel Auf-

merksamkeit geschenkt, und die Methoden jener Operationen so unendlich vervielfacht, weil gerade dadurch die Veredelung unserer Obstarten ausgeführt worden ist, und im Allgemeinen auch noch gegenwärtig ausgeführt wird. Die Vortheile, welche man durch jene Vermehrungsweise erlangt, sind in vieler Hinsicht sehr ausgezeichnet, welche jedem Gärtner hinreichend bekannt sind; die gröfsten Vortheile möchten aber darin bestehen, dafs man schneller zum Erlangen der Früchte kommt, dafs man mit ziemlicher Gewifsheit bestimmte Sorten erzielen kann, und dafs auch solche Gewächse vermehrt werden können, welche durch die Verhältnisse, worin sie sich befinden, keinen Saamen tragen, wie es ja auch bei mehreren der ausgezeichnetsten Obstarten in Folge der Cultur der Fall ist, z. B. bei einigen Varietäten des Weines, der Orangen, des Pisangs, der Brodfrucht u. s. w.

Es wird im Allgemeinen gelehrt, dafs man durch Schnittlinge oder durch einzelne Knospen das Individuum, d. h. die Pflanze, von welcher dieselben genommen wurden, mit allen ihren Vollkommenheiten, Fehlern und Eigenthümlichkeiten fortpflanzt, während man bei der Vermehrung durch Saamen nur die Art erhält, d. h. Pflanzen, welche mit jener, wovon die Saamen entnommen wurden, in allen Characteren übereinstimmen, welche der Art zukommen; ja diese Lehren sind so tief gewurzelt, dafs man sehr häufig die Aussaat einer Pflanze blofs defshalb vornimmt, um die Art mit ihren reinen Characteren zu erhalten, was aber, wie es die Erfahrungen schon seit langer Zeit gezeigt haben, durchaus nicht wahr ist. Wie überaus grofs ist die Varietäten-Zahl der Kartoffeln, der Pelargonien und vieler anderer Blumen, welche man durch Aussaat gezogen hat, ja durch Van Mons, und schon früher durch verschiedene andere Pomologen, ist es gelehrt worden, dafs man durch Aussaat der Obst-Arten die vorzüglichsten Varietäten erhalten kann. Es war gewifs in vieler Hinsicht unrichtig, wenn man die Behauptung aufstellte, dafs die Saamen nur die Art mit ihren festen Cha-

racteren fortpflanze, denn wir sehen ja selbst unter den Thieren und selbst bei den Menschen, dafs die Kinder nicht nur wie Menschen, oder wie die Art der Thiere aussehen, von welcher die Jungen gezogen wurden, sondern dafs sie auch die gröfste Aehnlichkeit in Nebenbildungen mit den Aeltern zeigen, ja dafs selbst kleine Mifsbildungen, als Krümmungen einzelner Glieder, gröfsere Anzahl von Fingern u. s. w. von den Aeltern auf die Kinder oder selbst erst auf die Grofskinder übertragen werden; im letzteren Falle, der besonders unsere Bewunderung erregt, kommt also jener Fehler in einer ganzen Generation nicht zur Ausbildung, erscheint aber wieder bei der zweiten. Aehnliche Eigenthümlichkeiten zeigen auch die Pflanzen bei ihrer Vermehrung durch Saamen, so dafs die Aussaat der Arten und Varietäten zur Bestimmung ihrer festen Charactere nicht zu gebrauchen ist, wenigstens können die dadurch erhaltenen Resultate sehr leicht bekämpft werden. Folgendes Beispiel wird den Grad der Sicherheit in den Resultaten zu erkennen geben, welchen man durch die Aussaat zu erwarten hat. Tschudy, der sich durch die Einführung der Kraut-Pfropfungen ein bleibendes Verdienst erworben hat, säete die Saamen einer Blutbuche und fand, dafs die jungen Pflanzen theils gemeine Buchen, theils Blutbuchen waren *); durch Pfropfreiser und Schnittlinge überhaupt, kann man die Blutbuche allerdings ganz sicher vermehren. Bei keiner anderen Pflanze hat man die Veränderungen, welche dieselbe durch die Aussaat erleidet, so genau und so vielfach beobachtet, als bei den Obst-Arten, und Herr Van Mons, der unsere Gärten mit einer überaus grofsen Zahl von vortrefflichen Birnen-Varietäten, die aus Saamen gezogen sind, bereichert hat, ist hiebei zu sehr bemerkenswerthen Resultaten gelangt, welche ich hier um so lieber aufführe, da die vielen äufserst constanten und ausgezeichneten Varietäten unserer Obst-Arten den Botanikern grofse Räthsel darbieten. Aus den Resul-

*) Mitgetheilt in De Candolle's Phys. végét. II. pag. 811.

taten unendlich vielfacher Beobachtungen hat Herr Van Mons, als ziemlich constante Gesetze aufgestellt*): Wenn die Pflanzen an ihrem natürlichen Standorte bleiben, so verändern sie sich nicht merkbar, und erzeugen sich auch ebenso unverändert aus ihren Saamen; wenn sie aber ihren Boden und das Klima verändern, so arten viele von ihnen aus, die einen mehr, die anderen weniger, und wenn sie einmal ihren natürlichen Zustand verändert haben, so kehren sie niemals wieder zu demselben ganz zurück, sondern sie entfernen sich durch die folgenden Generationen immer mehr und mehr von ihrem normalen Zustande. Herr Van Mons hat in seiner Baumschule mitten unter seine vervollkommneten Varietäten, wilde Birnen gepflanzt; diese wilden Bäume haben sich nicht verändert und haben stets ihre schlechten herben Früchte getragen. Die Saamen brachten wieder wilde Birnen-Bäume, obgleich sie in der Mitte der vervollkommnetsten Arten wuchsen, und Blüthen und Früchte trugen; ja nicht einmal Bastarde wurden unter diesen Verhältnissen gezogen. Alle diese, hier als ziemlich constante Gesetze aufgestellten Erfahrungen werden dann und wann eben so leicht Abänderungen erleiden, als es die Aussaat der Blutbuchen in dem vorher aufgeführten Falle gezeigt hat.

Bei der Vermehrung durch Uebertragung der Knospen geht man ganz sicher, dafs die Mutterpflanze mit allen ihren Eigenthümlichkeiten fortgepflanzt wird, und im Allgemeinen kann man behaupten, dafs die aus übertragenen Knospen entstandenen neuen Individuen für ihre ganze Lebenszeit unverändert bleiben. Das Alter ist es nicht, wodurch die Entartung der Pfropfreiser eintreten könnte, denn alljährlich entwickeln sich neue Knospen, welche neue oder junge Individuen erzeugen, doch kann auf einem sehr

*) Die Theorie Van Mons, oder Nachricht von den Mitteln, welche Herr Van Mons anwendet, um aus dem Saamen vortreffliche Früchte zu ziehen. Dargestellt von Poiteau und übersetzt mitgetheilt von Burchard in den Verhandlungen des Gartenbau-Vereins in Preufsen. XIII. pag. 131.

alten Baume die Entartung der aufgepflanzten Aeste durch Mangel an Nahrung eintreten, indem Alles, für die Pflanze Nahrhafte von den grofsen Wurzeln eines sehr alten Baumes aufgenommen sein kann, während die Verhältnisse von der Art sind, dafs neue, der Pflanze nahrhafte Stoffe dem Boden nicht mehr zugeführt werden können. Mangel an Nahrung, schlechte Standorte, schlechtes Clima u. s. w. werden aber auch junge und ungepfropfte Bäume und deren Früchte verschlechtern. Das Pfropfreis erleidet weder durch die Uebertragung, noch durch den Einflufs des Subjectes auf dasselbe irgend eine Veränderung, und ebenso wenig sind die Veränderungen nachzuweisen, welche das Subject durch die aufgepflanzten fremden Knospen erlitten haben soll; was man für diese angebliche Erfahrung aufgeführt hat, werde ich im Folgenden einfach zu erklären suchen. Um die Veränderung der Natur der Knospe, von derjenigen ihrer Mutterpflanze, in Folge von Uebertragung zu erweisen, oder auch den Einflufs des Subjectes auf die geimpften Knospen darzuthun, hat man verschiedene Thatsachen aufgeführt. Herr De Candolle *) führt z. B. eine Beobachtung von Tschudy auf, durch welche ganz entschieden nachgewiesen werden soll, dafs die gepfropften Bäumchen stets früher ausschlagen als die Wildlinge. Nach der Aussaat der Blutbuchen, welche Tschudy vornahm, welche auch schon früher (pag. 87) angeführt wurde, hat derselbe Impflinge der Blutbuchen auf die grünen Wildlinge gepfropft und gesehen, dafs die Impflinge stets früher ausschlugen, als die nebenanstehenden ungepfropften Buchen. Gegen diese Beobachtung und viele ähnliche, welche zu Gunsten jener Behauptung aufgeführt worden sind, kann man noch zahlreichere entgegenstellen und Herr Van Mons, dem wir hierin eine sehr bedeutende Stimme zuerkennen, stellt es sogar als eine unabänderliche Regel auf, dafs ein Pfropfreis nicht eher blüht, als der junge Mutterstamm, von welchem er genommen ist. Vielleicht

*) Phys. végét. II. pag. 511.

vermag die Theorie eine Erklärung über die Ursachen jener entgegengesetzten Ansichten der Praktiker zu geben. Die Gärtner pfropfen die jungen Stämme sehr oft um das Blühen derselben zu beschleunigen, was ihnen auch sehr oft gelingt; hier erwiedert Herr Van Mons, dafs in diesen Fällen das Pfropfreis schon disponirt war zum schnelleren Blühen, was man aber wohl nicht gelten lassen kann, denn bei jenen Versuchen mit den Blutbuchen, welche Tschudy anstellte, ist gar kein Grund vorhanden anzunehmen, dafs die Impflinge, welche früher ausschlugen, hiezu schon disponirt gewesen wären. Ich bin dagegen der Ansicht, dafs diese entgegengesetzten, oder sich widersprechenden Erfahrungen über das frühere Blühen des Impflinges durch die Art der Pfropfung oder Oculirung zu erklären ist; je vollkommener nämlich die Operation ausgeführt ist, je vollkommener sich Holz mit Holz, der Rand des Splintes mit dem anderen Rande des Splintes, und die innere Rinde des Impflinges auf die innere Rinde des Subjectes aufgestellt ist, um so ähnlicher wird sich das Pfropfreis seinem Mutterstamme in Hinsicht der periodischen Erscheinungen verhalten, denn es wird in dem Herabsteigen des Bildungssaftes zur Bildung der neuen Holzschichten fast gar kein Aufenthalt eintreten. Um so unvollständiger dagegen die entsprechenden Theile des Subjectes und des Pfropfreises aufeinander gestellt sind, um so gröfser wird die Stauchung des herabsteigenden Bildungssaftes an der Impfstelle sein, um so gröfser die Wulst, welche dadurch gebildet wird, die in ihrer Wirkung ähnlich denjenigen Erscheinungen sein mufs, welche wir in Folge der ringförmigen Entrindungen (Theil II. pag. 360.) kennen gelernt haben. Die Aeste nämlich, oberhalb eines Ringelschnittes schlagen ebenfalls früher aus. Ja selbst die Früchte des Impflinges sollen durch Uebertragung auf einen anderen Baum an Gröfse und an Wohlgeschmack zunehmen, und selbst Du Hamel *) suchte diese Erscheinung durch die

---

*) l. c. II. pag. 71.

Wulst an der Impfstelle zu erklären. Auch wissen wir gegenwärtig, dafs die Entwickelung der Früchte durch den Zirkelschnitt befördert wird, welcher dieselben Folgen hervorruft, als die Wulst an der Impfstelle. Jedoch setzt der vielerfahrene Du Hamel hinzu, dafs alle diese Einflüsse, selbst die verschiedene Auswahl des Subjectes, welches man für eine und dieselbe Art von Impflingen gewählt hat, bewirken keine gröfseren Veränderungen auf die Früchte, als die verschiedenen Lagen, und der verschiedene Boden. In fettem und feuchtem Boden sind die Früchte saftiger aber auch weniger schmackhaft, als in einem trokkenen Boden.

Leider besitze ich selbst keine hinreichenden Erfahrungen über den Einflufs, welchen das Subject auf den Impfling ausüben kann, um hierüber ein eigenes Urtheil fällen zu können, doch in den meisten Fällen scheint es mir, dafs die Beobachtungen, selbst die widersprechendsten theoretisch zu widerlegen sind.

Die auffallendste und am häufigsten wahrzunehmende Veränderung, welche das Pfropfreis auf dem Subjecte zeigt, besteht in einer schnelleren und kräftigeren Entwickelung, als dasselbe auf seinem Mutterstamme gezeigt haben würde, doch diese Erscheinungen sind sehr leicht zu erklären. Ein Stämmchen, welches gepfropft oder oculirt wird, hat man entweder ganz abgestutzt oder doch so stark, dafs mehr oder weniger nur die wenigen Pfropfreiser zur Entwickelung kommen, welchen nun eine, verhältnifsmäfsig weit gröfsere Menge von Nahrungssaft zukommt, weil die Wurzeln für eine gröfsere Menge von Zweigen gebildet waren, und auch nach dem Abschneiden dieser ihre Funktion fortsetzen.

Als sehr auffallendes Beispiel für unsere Annahme, dafs das Pfropfreis auf dem Subjecte in jeder wesentlichen Eigenschaft unverändert bleibt, müssen die Versuche angeführt werden, welche man schon zu Bradley's Zeit in England angestellt hat. Werden immergrünende Eichen auf gewöhnliche Eichen gepfropft, deren Blätter im Winter

abfallen, so behält der Impfling die Blätter und entwickelt sich selbst im Winter. Der Kirschlorbeerbaum (Prunus Lauro-cerasus L.) auf einen wilden schwarzen Kirschbaum gepfropft, behält im Winter seine Blätter, während der Wildling dieselben im Herbste verliert.

So ist es auch sehr bekannt, dafs man Gewächse, auf welchen sich scheckige oder gesprenkelte Blätter entwickelt haben, nur durch Pfropfungen sicher vermehrt, ja an dem Gewächse selbst, wo sich diese Krankheit erzeugte, pflegt dieselbe wieder nach einigen Jahren zu vergehen, während die Impflinge dieselben fortpflanzen. Ein anderes ebenfalls sehr interessantes Factum für unsere Ansicht, finde ich von Du Hamel aufgeführt. Wenn eine Beurré-Birne auf einen Wildling gepfropft wird, der nur strenge Birnen bringt, so trägt der Impfling dennoch schöne und grofse Beurré-Birnen; wenn aber auf diesen Impfling wieder ein Wildling gepflanzt wird, so erhält man wieder kleine und schlechte Früchte.

Es hat weder an Praktikern noch an Theoretikern gefehlt, welche wiederum einen eigenthümlichen Einflufs des Impflinges auf das Subject beobachtet zu haben glauben, doch die Angaben, welche sie dafür aufstellen, lassen sich heutigen Tages sehr einfach erklären. Man hatte schon lange bemerkt, dafs der weifse Jasmin, auf welchem ein gelber gepfropft wurde, auch auf denjenigen Zweigen gelbe Blumen brachte, welche unter der Pfropfstelle zum Vorscheine kamen. Der berühmte Stephan Hales suchte diese Erscheinung zu erklären; Du Hamel dagegen erklärt sie als falsch und Hales Erklärung daher für unnöthig. Ich habe keinen Grund jene Angabe Hales zu bezweifeln, und die Erklärung derselben scheint sehr nahe zu liegen. Es ist eine bekannte Beobachtung, dafs auch an den Stämmen gepfropfter Bäume u. s. w. Adventivknospen erscheinen und zur Entwickelung kommen, diese aber, wie es früher (pag. 25) gelehrt wurde, haben ihren Ursprung in den Markstrahlen des Splintes, d. h. der jüngsten Holzschichten. Wenn also ein Impfling eine oder mehrere

Holzschichten über den Stamm des Subjectes hinabgeschickt hat und aus diesen Adventivknospen hervorbrechen, so gehören diese Knospen gar nicht dem Subjecte, sondern dem Holze des Impflinges an, müssen also auch die Natur desselben zeigen. Ebenso leicht sind die übrigen Beobachtungen zu widerlegen, welche man zur Bestätigung der aufgestellten Ansicht aufgeführt hat, nämlich die Pfropfungen mit Impflingen von Gewächsen mit scheckigen Blättern, welche von vielen sehr ausgezeichneten Gelehrten wirklich beobachtet sind. Wenn z. B. ein Jasmin mit gescheckten Blättern auf einen gewöhnlichen gepfropft wird, so erhalten die unter der gepfropften Stelle hervorkommenden Aeste ebenfalls gescheckte Blätter, ja es soll von Bradley ein Fall angeführt werden, wo ein Gärtner eine Esche mit Knospen von einem gescheckten Baume oculirte, und bemerkt habe, dafs die Schöfslinge unter der Impfstelle gestreifte Blätter brachten, obgleich die Knospen nicht gefafst hatten (Ich kann die Stelle leider nicht finden). Die übrigen Angaben über das Hervorkommen gescheckter Blätter, an den Trieben unterhalb der Impfstelle, sind ganz richtig, denn sie sind in neueren Zeiten mehrfach wiederholt worden, aber leider noch nicht von Sachkundigen mit gehöriger Umsicht beobachtet worden, so dafs die Erscheinung eigentlich noch auf zweifache Weise erklärt werden könnte, einmal nämlich dadurch, dafs Adventivknospen aus den neuen Holzschichten des Impflinges hervorgetreten sind, und zweitens auch durch Ansteckung dieser Krankheit des Impflinges auf das Subject. Eine solche Ansteckung kann durch den herabsteigenden Saft der gesunden Pflanze eingeimpft werden, und ich möchte mich dieser letzteren Ansicht anschliefsen, wenn der vorhin von Bradley mitgetheilte Fall mit der Pfropfung der Esche seine vollkommene Gültigkeit hat. Die aufgeimpfte Knospe vertrocknete, aber es ist denkbar, dafs dennoch so viel von dem Safte der kranken Knospe in die Rinde und den Splint des Subjectes hinabstieg, dafs dasselbe dadurch angesteckt wurde.

Am Schlusse dieses Abschnittes haben wir noch die näheren Verhältnisse zu betrachten, unter welchen die Vermehrung der Gewächse durch Uebertragung von Knospen statt findet. Wir haben früher die Ansicht aufgestellt, dafs jede Knospe der Pflanzen das Vermögen, sich selbst zu entwickeln besitzt, wenn sie die nöthige Nahrung erhält, dafs man daher aus theoretischen Gründen nicht absehen kann, wefshalb nicht alle Gewächse durch Schnittlinge zu vermehren sind. Bei der Uebertragung der Knospen auf andere Gewächse, wie es bei dem Pfropfen und dem Oculiren stattfindet, treten eine Menge von Ursachen auf, welche diesen Vermehrungs-Arten im Wege stehen und eine nähere Betrachtung verdienen.

Alle Physiologen, welche über diesen Gegenstand geschrieben haben, klagen über die Uebertreibungen und über die unvollständigen Beobachtungen, welche die Gärtner über die Erfolge der Pfropfungen angestellt haben. Du Hamel*) hat hierüber zuerst sehr gründlich geschrieben und in Herrn De Candolle's Pflanzen-Physiologie **) findet man die Resultate der älteren und der neueren Versuche kritisch zusammengestellt und durch eigene Beobachtungen vermehrt. Ich selbst kann die Masse der vorhandenen Thatsachen nur vom theoretischen Standpunkte aus betrachten, da mir die eigenen Beobachtungen über diesen Gegenstand fast gänzlich abgehen.

Uebertragungen von Knospen auf Gewächse, welche der Mutterpflanze der Knospe verwandt und ähnlich sind, pflegen sehr leicht zu gelingen, in anderen Fällen dagegen verderben die Pfropfreiser sehr schnell. Bei Pfropfungen zwischen Gewächsen, welche sich durch auffallende Charactere unterscheiden, ja selbst nicht einmal unter einander verwandt sind, da bemerkt man, dafs das Pfropfreis entweder schnell vertrocknet, oder dafs es sich lange grün erhält ohne sich weiter zu entwickeln, zuweilen treibt es

*) l. c. II. pag. 65.

**) Phys. végét. II. pag. 785—792.

bei dem ersten Steigen des Saftes, stirbt aber bald darauf ab, ja mitunter erhält sich das Pfropfreis selbst bei solchen aufserordentlichen Pfropfungen 2 und mehrere Jahre, stirbt dann aber sicherlich ab. Gerade diese letzteren Beobachtungen, welche man nicht lange genug fortsetzte, haben zu den vielen Erzählungen so wunderbarer Pfropfungen Veranlassung gegeben, und noch heutigen Tages wiederholen sich dieselben. Man hört z. B. sehr häufig, dafs Pfropfungen der ächten Kastanien auf Eichen von ganz aufserordentlichem Erfolge begleitet sind; diese Versuche sind schon im vorigen Jahrhundert angestellt, man sah das aufserordentlich starke Treiben der Kastanien-Reiser, aber meistens schon nach dem zweiten Jahre starben die Impflinge ab. Im Allgemeinen hat man die Beobachtung gemacht, dafs gepfropfte Bäume überhaupt nicht so lange ausdauern, als ungepfropfte, doch schon Du Hamel erzählt, dafs an Pflaumen-Bäumen (Reine-Claude), welche auf Pfirsig-Bäumen gepfropft waren, die er aus dem Kerne gezogen hatte, länger als 20 Jahre erhalten habe, während es bekannt ist, dafs die aus Saamen gezogenen Pfirsig-Bäume nicht so lange dauern, indem sie sehr zart sind und häufig Wasserschöfslinge treiben. In neueren Zeiten will man auch beobachtet haben, dafs Aesculus Pavia L. auf Aesculus Hippocastanum L. gepfropft länger ausdauere, als im ungepfropften Zustande.

Nach den vorliegenden, mehr oder weniger sicheren Thatsachen könnte man vielleicht folgende Regeln aufstellen, nach welchen sich die gegenseitigen Uebertragungen der Knospen mit oder ohne Erfolg ausführen lassen, indessen wäre es zu wünschen, dafs über diesen Gegenstand auch fernerhin noch immer neue Versuche angestellt würden; für die Besitzer eigener Gärten sind diese Versuche sehr leicht auszuführen, und die Methoden des Copulirens und des Ablactirens würden bei Versuchen mit aufserordentlichen Pfropfungen am rathsamsten zu befolgen sein.

Bei Monocotyledonen, so wie zwischen Monocotyledonen und Dicotyledonen sind keine Uebertragungen der

Knospen auszuführen; die Structur des Monocotyledonen-Stammes ergiebt es ganz bestimmt, dafs Oculirungen und wirkliche Pfropfungen bei diesen Gewächsen nicht stattfinden können. Herr De Candolle *) erzählt, dafs man Pfropfreiser von Dracaena ferrea L. auf Dracaena terminalis L. gebracht habe; die Pfropfreiser erhielten sich ungefähr ein Jahr lang, vertrockneten aber später. Ich glaube nicht, dafs man diese lange Erhaltung des Pfropfreises als eine Bestätigung der Meinung ansehen kann, dafs auch bei dem Monocotyledonen-Stamme wirkliche Pfropfungen auszuführen sind. Ein Pfropfreis einer saftreichen Pflanze in das Zellengewebe des Stammes einer anderen saftigen Pflanze gesteckt, wird mehr oder weniger lange Zeit hindurch frisch bleiben, ja selbst das Hervortreiben von Würzelchen wird man daran zuweilen beobachten können, aber dieses ist noch keine mit der Pfropfung zu vergleichende Erscheinung.

Die Pfropfungen gelingen, nach den vorliegenden Erfahrungen, für die Dauer nur zwischen Gewächsen einer und derselben Familie; ja nicht einmal alle Gewächse einer gewissen Familie können gegenseitig auf einander übergepflanzt werden. Hiebei ist vorzüglich darauf zu achten, dafs die Gewächse, welche man mit einander vereinigen will, in Hinsicht der periodischen Erscheinungen ihres Lebensprozesses übereinstimmen, d. h. dafs man nur solche Gewächse auf einander pfropft, welche zu gleicher Zeit im Safte stehen, zu gleicher Zeit Blüthen treiben und zu gleicher Zeit ihre Früchte entwickeln. Der Mandel-Baum steht in voller Blüthe, wenn die meisten anderen Bäume eben derselben Familie noch nicht die Knospen entwickelt haben, daher darf man sich auch nicht wundern, wenn Mandel-Impflinge auf Pflaumen-Bäumchen gepfropft, nicht gut fort wollen, während man Pfirsige auf Mandel-Bäume und auf Pflaumen-Bäume mit sehr gutem Erfolge pfropft. Du Hamel setzte auch Pfropfreiser des Pflaumen-Baumes auf den

*) Phys. végét. II. pag. 785.

Mandel-Baum, sah aber ebenso schlechten Erfolg, als im ersteren Falle. Aus den vielen Versuchen, welche man mit dem Pfropfen und Oculiren auf verschiedenen Gewächsen angestellt hat, ist man zu den Resultaten gekommen, dafs unter den Gewächsen einer und derselben Familie einige sind, welche sich durch den guten Erfolg nach gegenseitiger Zusammenpfropfung besonders auszeichnen. Man hat lange Zeit hindurch die Birnen auf Quitten gepfropft, aber schon Du Hamel *) macht die Bemerkung, dafs es ziemlich augenscheinlich sei, dafs der Birn-Baum mehr Saft verbraucht als der Quitten-Baum liefern kann, besonders wenn er im trockenen Boden steht, daher diese gepfropften Bäume auch nicht so dauerhaft als die ungepfropften sind. Gegenwärtig zieht man den Weifsdorn (Crataegus oxyacantha L.) zum Pfropfen der Birn-Bäume vor, und gewifs auch mit Recht, indem dieses Gewächs bei uns vollkommen ausdauernd ist und allem Wechsel unseres Climas trotzt.

Pfropfungen zwischen Pflanzen verschiedener, aber nahebei stehender Gattungen einer und derselben Familie können gelingen, wie es schon die vorhin angeführten Beispiele zeigten. Herrn De Candolle ist es gelungen die Bignonia radicans auf Catalpa zu pfropfen; Syringa vulgaris auf Phillyraea latifolia, und den Oel-Baum auf Eschen. Das Pfropfen des blauen Flieders (Syringa vulgaris) auf Eschen ist bekannt, und Mespilus japonica Thunb. (Eriobotrya japonica Lindl.) wird mit Erfolg auf Mespilus germanica und auf Crataegus oxyacantha gepfropft. Bei dem Allen müfste es im hohen Grade auffallen, wenn zuweilen Bäume von ganz nahe stehenden Arten, dem gegenseitigen Pfropfen durchaus unzugänglich wären, wie dieses zwischen dem Apfel- und dem Birn-Baume nach Herrn Roeper's Angabe der Fall sein soll, worüber aber unsere heutigen Gärten lächeln, denn die genannten Bäume vertragen sich sehr gut. In ähnlichen Fällen möchte viel-

*) l. c. II. pag. 69.

leicht die Annahme eines Stoffes, einer Säure z. B. wie die Aepfelsäure, die Gerbsäure u. s. w. zu rechtfertigen sein, welche in der einen Pflanze in grofser Menge erzeugt wird, in der anderen Pflanze aber, als eine schädliche Substanz wirkt.

Alle die aufserordentlichen Pfropfungen, von welchen man glaubwürdige Nachrichten erhalten hat, als Kastanien auf Eichen, Rosen auf Eichen, Aepfelbaum-Knospen auf Himbeerstauden, Maulbeer-Baum auf Ulmen und auf den Feigen-Baum, Weinstock auf Kirsch- und auf Nufs-Baum u. s. w. dauern nur sehr kurze Zeit. Du Hamel versichert, die meisten dieser und ähnlicher Pfropfungen viele Jahre hinter einander, und zwar nach verschiedenen Methoden wiederholt zu haben, aber stets mit schlechtem Erfolge. Solche Angaben über Pfropfungen des Weinstockes auf Pfirsich- und Nufs-Bäumen, der Gleditschia und der Rofskastanie auf den Nufs-Baum u. s. w. wie sie Caylus *) beobachtet haben will, können nur dadurch erklärt werden, dafs diese Beobachtungen nicht lange genug fortgesetzt wurden.

Mehrere Botaniker haben die Mistelpflanze (Viscum album L.), welche bekanntlich auf einer sehr grofsen Anzahl von Bäumen und Sträuchern der verschiedensten Gattungen und Familien gefunden wird, als ein Beispiel angeführt, dafs auch Pfropfungen zwischen sehr verschiedenartigen Gewächsen statt finden können; indessen die Verbindung der Mistelpflanze mit dem Mutterboden ist ganz und gar nicht mit dem Pfropfen und Oculiren anderer Gewächse zu vergleichen, wefshalb ich auf diesen Gegenstand im zweiten Bande dieses Buches pag. 39 verweise.

Die Mistel läfst sich jedoch auch durch Schnittlinge fortpflanzen, welche man auf andere Bäume aufpflanzt; sie treiben hier Wurzeln und wachsen nach wie vor, doch dieses darf man ebenso wenig für ein wirkliches Pfropfen

---

*) Histoire du rapprochement des végétaux. Paris 1806. von Herrn De Candolle citirt.

halten, denn die neuen Holzschichten, welche der Mistel-Schnittling bildet, steigen nie über die Oberfläche des Subjectes herab, wie dieses bei anderen wirklichen Pfropfungen der Fall ist. Man erzählt, dafs man alte abgekappte Stämme, welche keine eigenen Blätter haben, ganz und gar mit Mistel-Schnittlingen bepfropfen könne, wodurch der Stamm des Subjectes erhalten werde, indessen diese Angabe scheint mir sehr unglaublich und es wäre wünschenswerth, dafs ein solcher Fall genau untersucht und beschrieben würde; ganz wahrscheinlich entwickelt hier das Subject seine besonderen Knospen.

Zweites Buch.

Von der geschlechtlichen Fortpflanzung (Generatio).

In der Blüthe der Pflanzen erkennen die Botaniker ganz allgemein eine durch Metamorphose veränderte Knospe, und Herr Nees von Esenbeck *) sprach zuerst den Satz allgemein aus, dafs die Blüthe jedesmal der Endtheil der Pflanze ist. Wir haben im ersten Buche kennen gelernt, dafs die Enden der Schöfslinge mehrjähriger Gewächse durch Knospen begrenzt werden, welche aber bei der nächsten Vegetations-Periode zur Entwickelung gelangen und dadurch ein neues Individuum auf der Spitze des älteren zu stehen kommt; das Ende dieses neuen Individuums (Schöfslinges) trägt nun wiederum auf seiner Spitze eine Gipfelknospe, und diese kann entweder eine sogenannte Holz- oder Blätter-Knospe sein, oder auch eine metamorphosirte, welche sich zur Blüthe entfaltet, und hiemit ist zugleich die fernere Verlängerung der Achse beendet. Bei der Blüthenknospe nimmt man an, dafs sie eine blofse verän-

*) Handbuch der Botanik. II. pag. 1.

derte Blattknospe sei, eine Meinung, welche ich in dem morphologischen Theile dieses Werkes gründlich zu erörtern suchen werde. Was ich hier, des Beispiels wegen, von der Terminalknospe sagte, das gilt natürlich auch von der Achsillarknospe, denn jede Knospe der Art, welche zur Blüthe wird, ist schon wieder der Endtheil der neuen oder seitlichen Achse.

Die Blüthentheile sind auf dem Ende der Achse befestigt, und die Achse, welche der Blüthe angehört, erscheint in den meisten Fällen so sehr zusammengezogen, dafs sie oftmals kaum als ein besonderer Theil unterschieden werden kann; die Blüthenachse ist aber in allen Fällen vorhanden, was man am sichersten aus der Stellung der verschiedene Theilen der Blüthe ersehen kann. Die Blüthentheile sind zwar bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden, die wesentlichsten sind jedoch: der Kelch oder die äufsere Hülle, die Blumenkrone (Corolla) oder die innere Hülle und die Zeugungstheile, welche innerhalb der Blumenkrone stehen und wiederum zerfallen in männliche und in weibliche Zeugungstheile, wovon die ersteren unmittelbar auf die Blumenkrone folgen und die letzteren den innersten Theil der Blume einnehmen. So wie man die ganze Blumenknospe als eine metamorphosirte Blattknospe ansieht, so hält man auch den Kelch, die Blumenkronen, die männlichen und die weiblichen Zeugungstheile für aufeinander folgende metamorphosirte Blattwirtel und spricht von einem Kelch-, Kronen-, Staubblatt (männliches Geschlechtsorgan)- und Fruchtblatt (weibliches Geschlechtsorgan)- Wirtel. Die Blätter dieser Wirtel sitzen in Kreisen um das Ende jeder Blüthenachse, nur die Fruchtblätter, welche gleichsam den letzten Wirtel bilden und oftmals unmittelbar auf der Spitze der Achse sitzen, bieten hierin sehr beachtenswerthe Erscheinungen dar. In vielen Fällen nämlich bildet sich als unmittelbare Fortsetzung der Spitze der Blüthenachse das Eychen, und dann sitzen die Fruchtblätter ganz entschieden um das äufserste Ende der Achse, verhalten sich alsdann auch ähnlich in ihrer Stellung den

tiefer stehenden Wirteln der Blume. In anderen Fällen dagegen sieht man die Fruchtblätter oder weiblichen Geschlechtsorgane unmittelbar, als Fortsätze der Spitze der Blüthenachse auftreten, welche sich in den meisten Fällen verästelt, und dann erscheinen diese Aeste der Achsenspitze als blattartige Gebilde, aus welcher die weiblichen Geschlechtsorgane gebildet werden.

Die Zeugungstheile oder Geschlechtsorgane sind die wesentlichsten Theile der Blüthe, ja sie sind als der Zweck der ganzen Blüthenbildung anzusehen, während Kelch und Blumenkrone nur zum Schutze der Zeugungstheile erscheinen, daher auch diese so häufig theilweise oder auch vollständig fehlen. Bei den meisten Pflanzen treten männliche und weibliche Geschlechtsorgane in einer und derselben Blüthe auf; dergleichen Blüthen heifsen Zwitterblüthen (Flos hermaphroditus); bei vielen Pflanzen treten dagegen die Blüthen mit getrennten Geschlechtern auf, die einen enthalten nur männliche Geschlechtsorgane und heifsen männliche Blüthen, während die anderen nur weibliche Geschlechtsorgane besitzen und weibliche Blüthen heifsen. Bei den männlichen Blüthen sieht man stets, dafs sich die Spitze der Blüthenachse noch über den Wirtel der Geschlechtsorgane hinaus fortsetzt. Diese Blüthen mit getrennten Geschlechtern nennt man im Gegensatze zu den Zwitterblüthen: zweilagerige Blüthen (flos diclinus), und diese diclinischen Blüthen können wiederum zweifach sein, sie können nämlich auf einer und derselben Pflanze auftreten, so dafs die eine Blüthe männliche, die andere dagegen weibliche Zeugungsorgane hat; solche Pflanzen heifsen einhäusige (planta monoica). Kommen dagegen die männlichen Blüthen auf der einen Pflanze und die weiblichen auf der anderen Pflanze vor, so nennt man eine solche Pflanzenart eine zweihäusige (planta dioica), und endlich nannte man dergleichen Pflanzen polygamische, welche Zwitterblüthen und männliche und weibliche untermischt auf einem und demselben Stamme tragen. Linné begründete in seinem Pflanzen-Systeme mehrere

Klassen auf diese Verschiedenheiten der Blüthe, und die Pflanzen, welche zu seinen Klassen, Monoecia, Dioecia und Polygamia gehören, geben hiezu die Beispiele.

Herr Link *) unterscheidet sehr treffend eine wahre und eine falsche Diclinie; bei der wahren Diclinie sind die männlichen Blüthen anders gebauet und anders gestellt als die weiblichen, kommen auch zuweilen aus anderen Knospen hervor, oder haben eine besondere und bestimmte Stelle. Bei der Eiche bilden z. B. die männlichen Blüthen ein Kätzchen, die weiblichen dagegen nicht, und ähnlich verhält es sich bei der Haselnufs u. s. w. Bei der Birke kommen die männlichen Blüthen aus Knospen hervor, welche nur Blüthen tragen, die weiblichen aus Knospen, welche Blüthen und Blätter zugleich tragen. Bei der Gattung Urtica ist der Kelch der männlichen Blüthe viertheilig, bei der weiblichen ist er es zwar ebenfalls, aber nur im frühesten Zustande sind diese Blättchen gleich grofs, später entwickeln sich zwei gegenüberstehende zu grofsen Deckblättchen, welche die zusammengedrückte Frucht umfassen, während die zwei anderen an den Rändern der Frucht sitzen und ganz klein zurückbleiben. Bei der falschen Diclinie sind die männlichen und die weiblichen Blüthen ganz gleich gebauet und unterscheiden sich nur durch den Mangel an männlichen oder an weiblichen Geschlechtsorganen, wie es z. B. die meisten Palmen, die meisten Gräser u. s. w. zeigen.

In der geschlechtslosen Blüthe (flos neuter) fehlen alle Geschlechtsorgane, indem sie aus verschiedenen Ursachen in ihrer Entwickelung zurückbleiben, die Anlagen dazu scheinen mir jedoch überall vorhanden zu sein. Herr Link sagt, dafs die Geschlechtsorgane in diesen Fällen entweder durch ein übertriebenes Wachsthum der Blüthenhüllen verloren gehen, oder durch eine allgemeine Verstümmelung, wie z. B. bei den innersten Blüthen der Gräser, während das Erstere bei den Randblumen der Syngenesisten vorkommt.

---

*) Elem. philos. bot. Ed. alt. II. pag. 234.

Der Endzweck aller Blüthenbildung ist die Bildung des Saamens durch geschlechtliche Vereinigung, in deren Folge die Befruchtung auftritt; in der Folge werden wir sehen, dafs diese erzeugende Vereinigung gerade im innersten Theile des schon vorgebildeten Pflanzeneychen vor sich geht. Dieser Theil, welcher der Kern des Eychens genannt wird, ist also der wichtigste in dem ganzen Blüthen-Apparate, und wir haben denn auch wirklich Fälle aufzuführen, wo wir in der weiblichen Blüthe nichts weiter, als den Kern mit einer einzelnen Eyhülle versehen vorfinden. Die weibliche Blüthe des Taxus-Baumes hat hiedurch eine eigene Berühmtheit erhalten, wir sehen sie in Fig. 19. Tab. XV. in vollkommen ausgebildetem Zustande dargestellt; a ist der Blüthenstiel, b, b, b u. s. w. sind die Schuppen der Knospe, und aus der Mitte dieser ragt eine zugespitzte Röhre c hinaus. Dicht daneben, in Fig. 20. ist derselbe Gegenstand nach einem Längendurchschnitte dargestellt; hier sieht man den kegelförmigen Körper d als die Spitze der Achse; er ist nichts weiter, als der Kern des Eychens, um welchen sich eine einfache Hülle bildet, deren Oeffnung weit über die Spitze des Kerns hinauswächst und durch c bezeichnet ist. Diese Oeffnung der Eyhülle ist im vorliegenden Falle zugleich der Stellvertreter der Narbe, indem die Pollenkörner unmittelbar auf diese Oeffnung fallen. Bei dieser Deutung fehlt dann der weiblichen Taxus-Blüthe jede Spur einer Pistillbildung, es möchte aber wohl richtiger sein, wenn man diese Hülle, welche sich ebenso allmälich um den Kern hinaus bildet, wie wir es später bei der Pistillbildung der Gattung Urtica kennen lernen werden, wenn wir diese als eine wirkliche Pistillbildung ansehen, und alsdann in der Oeffnung c die Narbe erkennen. Es ist auch höchst auffallend, dafs um die Zeit der Befruchtung aus dieser Oeffnung ein Tröpfchen eines schleimigen und klebrigen Saftes hervortritt, was doch bis jetzt noch bei keiner Oeffnung der Eyhüllen beobachtet ist. Nehmen wir nun diese letztere Deutung der weiblichen Taxus-Blüthe an, so sehen wir in derselben

aufser dem einfachen Pistill mit dem nackten Eychen nichts weiter; die Hüllen dieser Theile werden hier durch gewöhnliche Knospenschuppen vertreten, woraus wir denn aber auch zugleich auf die wesentliche Uebereinstimmung zwischen gewöhnlichen Knospen und Blüthenknospen schliefsen können.

Es hat viele Jahrhunderte lang gedauert, bis man zu der allgemeinen Ansicht gekommen ist, dafs die Pflanzen, ebenso wie die Thiere, ein doppeltes Geschlecht besitzen, und zu allen Zeiten, ja selbst bis auf den heutigen Tag hat es stets mehr oder weniger Botaniker gegeben, welche die Geschlechtsverschiedenheit bei den Pflanzen in Zweifel ziehen oder mit Scheingründen zu bestreiten suchen.

Die diöcischen Pflanzen waren es, an welchen man die Geschlechtsverschiedenheit zuerst beobachtet hat, und offenbar war es bei diesen auch am leichtesten. Die Geschichte lehrt uns, dafs man an der Dattelpalme schon in den frühesten Zeiten des Alterthums die Geschlechtsverschiedenheit kannte *). Da die Dattelpalme in Arabien, Aegypten u. s. w. zur Erlangung süfser Früchte cultivirt wird, welche in manchen Gegenden die hauptsächlichste Nahrung der Menschen ausmachen **), so verwendet man auf die Erlangung derselben grofse Aufmerksamkeit. In Gegenden, wo die männlichen Dattelpalmen fehlen, da müssen die Blüthenkolben aus der Ferne herbeigeholt werden, damit die weiblichen Blumen durch den Blumenstaub der männlichen Blüthenkolben bestäubt werden, denn wenn dieses nicht stattfindet, so fallen die Fruchtansätze ab. Ja wir wissen es schon aus frühen Zeiten her, dafs die Araber den Blüthenstaub des Dattelbaums von einem Jahre zum anderen aufheben, um auch für den Fall sicher zu sein, dafs die männlichen Blüthen im nächsten Jahre nicht gerathen. Als im Jahre 1800 der Krieg in Aegypten

---

*) S. Theophrast's Naturgeschichte der Gewächse, Spreng. Ausg. I. pag. 73.

**) S. Meyen's Pflanzengeographie etc. pag. 396.

herrschte, da trugen die Dattelpalmen im ganzen Nieder-Aegypten keine Früchte, weil die Araber durch denselben verhindert wurden, die männlichen Blüthen zur Bestäubung aus der Ferne zu holen *). An den Pistacien war die Geschlechtsverschiedenheit ebenfalls schon den Alten bekannt.

Es ist nicht meine Absicht, eine vollständige geschichtliche Darstellung über die älteren Ansichten in Bezug auf die Befruchtung der Pflanzen zu geben, denn dieser Gegenstand ist schon zu oft vorgetragen, und ich könnte darüber nicht viel Neues hinzufügen; Herr De Candolle **) hat denselben mit vorzüglichem Fleifse und gröfster Literatur-Kenntnifs behandelt, worauf ich im Allgemeinen verweisen kann. Man hat sich viele Mühe gegeben, denjenigen Gelehrten herauszufinden, dem die Ehre der Entdeckung der Geschlechtsverschiedenheit bei den Pflanzen zuzuschreiben ist und glaubt sehr allgemein, dafs sie dem Böhmen Zaluziansky zukomme. Indessen schon Medicus sagte, dafs Andreas Caesalpin***) 7 Jahre früher schrieb als jener, und wohl der Erste gewesen sei, welcher sich bemühte, über die Geschlechtsverschiedenheit bei den Pflanzen richtige Begriffe einzuführen. Herr Treviranus †) hat jedoch eine interessante Stelle bei Clusius ††) aufgefunden, wonach auch dieser Botaniker, den Herr Link das gröfste Genie seiner Zeit nennt, von dem Geschlechte der Pflanzen richtige Ansichten gehabt haben mufs. Er erkannte die männliche und die weibliche Blüthe der Carica Papaya ganz richtig und sagt: man behaupte, sie seien einander so befreundet, dafs der weibliche Baum keine Frucht bringe, wenn der männliche Baum nicht in seiner Nähe ist.

---

*) S. Delile, Flore d'Égypte. pag. 172.

**) Phys. végét. II. pag. 495 etc.

***) De plantis libri XVI. 1583. pag. 15.

†) Physiologie der Gewächse. II. pag. 371. Ich erhalte dieses neue Werk soeben während des Druckes dieses Bogens.

††) S. dessen Curae posteriores, welche freilich 1611 zu Antwerpen erschienen sind, pag. 42.

Der Böhme Adam Zaluziansky *) hat schon gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts das Vorhandensein verschiedener Geschlechter bei den Pflanzen sehr bestimmt ausgesprochen, und aus mehreren von ihm aufgeführten Beispielen ergiebt es sich, dafs er den Gegenstand richtig erkannt hat; er sprach zuerst die Ansicht aus, dafs der gröfste Theil der Pflanzen eigentliche Zwitter sind, indem sie männliche und weibliche Geschlechtsorgane zusammen aufzuweisen haben.

Die wissenschaftliche Begründung der Lehre von dem Geschlechte der Pflanzen geschah jedoch erst durch R. J. Camerer **), dem denn eigentlich gröfstentheils die Ehre dieser wichtigen Entdeckung zukommen möchte. Zu gleicher Zeit möchte aber auch Robert Bale gelehrt haben, dafs die Zeugung der Pflanzen analog derjenigen der Thiere wäre, wie wir es bei Bradley ***) aufgezeichnet finden, dem die Geschlechtsverhältnisse der Pflanzen gewifs schon sehr gut bekannt waren.

Obgleich nun schon durch diese im Vorhergehenden angeführten Arbeiten die Geschlechtsverschiedenheit bei den Pflanzen festgestellt war, so fanden diese Ansichten doch erst durch die Arbeiten unseres berühmten Linné allgemeinen Eingang, und hauptsächlich dadurch, dafs dieser grofse Naturforscher im Jahre 1735 die Geschlechtsverschiedenheit bei den Pflanzen zur Begründung seines Sexualsystems benutzte. Dadurch geschah es denn, dafs man Linné als den Entdecker der Sexualität der Pflanzen ansah, doch hat sich derselbe diese Entdeckung niemals selbst zugeeignet, wie man es aus seinen eigenen, über

*) Methodi herbariae libri tres. Prodit Francfurti, e collegia Paltheniano, anno 1604. Ich benutze hier den von Röper in De Candolle's Pflanzen-Physiologie II. pag. 49 gegebenen Auszug dieses Werkes, dessen erste Ausgabe 1592 erschienen ist.

**) Camerarii epistola ad Mich. Bern. Valentinum de sexu plantarum. Tüb. 1694.

***) New Improw. pag. 10. Ed. VII. London 1739.

diesen Gegenstand herausgegebenen berühmten Schriften *) sehen kann.

Ich will bei dieser Gelegenheit nur noch anführen, dafs die künstliche Befruchtung der Pflanzen wohl sehr allgemein im Gebrauche war, und dafs sie wohl schon in den frühesten Zeiten, und selbst bei den uncultivirten Völkern bekannt gewesen sein mag, denn ich wurde nicht wenig überrascht, als ich in Honolulu, der Hauptstadt der Sandwichs-Inseln, eine Frau bemerkte, welche bei allen, in der Nähe ihrer Wohnung stehenden Individuen der Argemone mexicana die künstliche Befruchtung ausübte, und mir durch meinen Dolmetscher zu verstehen gab, dafs die Pflanzen dadurch mehr Saamen bringen, als wenn dieses nicht geschieht. Hier wurde also die künstliche Befruchtung selbst bei einer Zwitterblume ausgeführt, um eine gröfsere Zahl von Saamen zu erlangen, welche von ähnlichem Geschmacke wie unsere Mohnsaamen sind, und man kann wohl sicher sein, dafs diese Indianerin von keinem Botaniker darin Unterricht erhalten habe. Will man aber bei solchen Fällen annehmen, dafs die Menschen dergleichen Operationen vornehmen, ohne die Bedeutung derselben einzusehen, so möchte ich dagegen antworten, dafs sie dieses auch eben so wenig bei der Befruchtung der Thiere im Stande sind, und dennoch wissen, was Mann und Frau bedeutet.

Da nun aber immer, und immer wieder von Neuem die Ansichten und selbst die bestimmtesten Beobachtungen über das Geschlecht der Pflanzen angefeindet werden, so halte ich es für zweckmäfsig, dafs hier noch eine Reihe von Thatsachen aufgeführt werden, welche die Erzeugung der Saamen in Folge geschlechtlicher Vereinigung auf das Bestimmteste erweisen, und erst später, wenn wir diesen plastischen Prozefs vollkommen kennen gelernt haben,

---

*) S. Linné's Sponsalia plantarum. 1746. — Amoenitat. academicae. I. pag. 330 und Disquisitio de sexu plantarum. 1760. — Amoenitat. academicae. Edit. Schreberi. X. pag. 100.

werde ich die Ansichten beseitigen, nach welchen man berechtigt zu sein glaubt, selbst die schlagendsten Thatsachen, die für das Geschlecht der Pflanzen sprechen, auch noch anderweitig zu deuten.

Am sprechendsten von allen Thatsachen sind die Bastardzeugungen für die Geschlechtsverschiedenheit der Pflanzen, denn ebenso, wie man bei den Thieren durch geschlechtliche Vereinigung von Individuen verschiedener Arten Bastarde hervorgehen sieht, ganz ebenso verhält es sich mit den Pflanzen, und wir werden diesen für die Physiologie, wie für die Gartencultur so höchst wichtigen Gegenstand in der Folge in einem besonderen Abschnitte vortragen.

Die künstliche Befruchtung wendet man gegenwärtig nicht nur in botanischen Gärten, sondern ziemlich allgemein in solchen Fällen an, wo die Erlangung von Saamen von besonderer Wichtigkeit ist, und aus verschiedenen Ursachen ohne dieselbe die Befruchtung nicht vor sich geht, was besonders bei tropischen Gewächsen in unseren Gärten sehr häufig der Fall ist. Es ist noch nicht lange her, dafs man die künstliche Befruchtung bei den Orchideen eingeführt hat, und seitdem setzen diese kostbaren Gewächse auch in unseren Gewächshäusern Saamen an; in der Natur geschieht es ohne menschliche Hülfe, hier sind aber wohl jedenfalls die Insekten als die künstlichen Befruchter dieser Blumen anzusehen. Am auffallendsten hat sich die künstliche Befruchtung der Orchideen dadurch hervorgethan, dafs in Folge derselben auch in unseren Gewächshäusern die gewürzhafte Vanille gezogen worden ist. Herr Morren hat die Vanille-Früchte (von Vanilla planifolia) im botanischen Garten zu Lüttich kürzlich zur Reife gebracht, und schon im Anfange dieses Jahrhunderts soll man sie im botanischen Garten zu Halle erhalten haben. Die Früchte der Orchideen, welche in unseren Gewächshäusern durch künstliche Befruchtung hervorgegangen sind, stehen zuweilen mehrere Jahre, und fallen alsdann ab, ohne keimungsfähige Saamen zu bringen. Die Ursache

hiervon möchte ich darin sehen, dafs bei solcher künstlichen Befruchtung viel mehr Eychen befruchtet werden, als im normalen Zustande, so dafs die grofse Zahl derselben, welche sich später entwickelt, in dem Ovario nicht mehr Platz hat; die Saamen sterben alsdann früher ab, indem sie sich gegenseitig gleichsam erdrücken. Auch an den Früchten üppig wachsender Kaiserkronen habe ich dieses bemerken können; die Eychen waren sämmtlich befruchtet und der Embryo hatte schon eine bedeutende Gröfse erlangt, als sie plötzlich anfingen abzusterben, ohne dafs irgend eine andere Ursache dafür aufzufinden war.

Die Beobachtungen haben ganz entschieden gelehrt, dafs Zwitterblüthen keine Früchte tragen, wenn man ihnen die Antheren nimmt, ehe dieselben zum Ausstreuen des Pollens kommen, und bei diöcischen Gewächsen geschieht dieses noch sicherer, wenn man die männlichen Pflanzen von den weiblichen trennt, doch mufs man bei Letzteren genau achten, dafs zwischen den weiblichen Blüthen nicht auch männliche oder Zwitterblüthen vorkommen, was gegenwärtig schon sehr häufig beobachtet ist. So stellte Spalanzani *) unter verschiedenen Gewächsen auch mit der Hanfpflanze Versuche an, aus welchen er zu dem Resultate kam, dafs die weiblichen Blüthen dieser Pflanze, ganz entfernt von den männlichen, und unter einer Glasglocke verschlossen wachsend, ebenfalls reife Saamen tragen könnten. Man hat diese Spalanzanischen, scheinbar sehr genauen Beobachtungen, lange Zeit hindurch gegen die Richtigkeit der Theorie über das Geschlecht der Pflanzen angeführt, gegenwärtig wissen wir aber in Folge vieler Gegenversuche, dafs jene Beobachtungen unrichtig sind. Gerade bei den, von Spalanzani angewendeten Pflanzen, als bei dem Hanfe, dem Spinate, der Wasser-Melone u. s. w. ist es etwas sehr gewöhnliches, dafs zwischen den weib-

*) Della generazione di diverse piante nella Fisica animale e vegetabile. Venezia 1782.

lichen Blüthen auch einzelne männliche auftreten, und diese alsdann hinreichend sind die Befruchtung zu bewirken.

Zu den berühmtesten Beobachtungen, welche zur Beweisführung der Geschlechtstheorie bei den Pflanzen angestellt sind, möchten folgende gehören: In dem botanischen Garten zu Berlin befindet sich ein überaus schönes und grofses Exemplar von Chamaerops humilis (Palma dactylifera Boerhaave), welches gegenwärtig an 160 Jahr alt sein mag, denn es kam schon im 17. Jahrhundert aus Holland nach Berlin. Es ist eine weibliche Pflanze, welche alljährlich blüht und keine Früchte trägt, doch zu Gleditsch's Zeiten wurde die Pflanze künstlich befruchtet und trug reifen Saamen. Im Jahre 1749 liefs nämlich Gleditsch *) einen männlichen Blüthenkolben dieser Palme aus dem Bose'schen Garten zu Leipzig kommen, und befruchtete damit die weibliche Pflanze im Berliner Garten; er streuete den Pollen auf die weibliche Blüthe, der schon 9 Tage lang aufserhalb der Antheren gelegen hatte, und dennoch setzte die Palme Früchte an, welche später keimten. Im folgenden Jahre wurde die künstliche Befruchtung mit neuen männlichen Blüthen, welche man abermals von Leipzig kommen liefs, wiederholt und zwar mit gleichem Erfolge. In dem Berichte über diese künstliche Befruchtung der Chamaerops humilis, welchen Gleditsch als Vorsteher des akademischen Gartens, worin die Palme befindlich war, der Akademie mittheilt, wird des Gärtners jener Anstalt rühmlichst erwähnt, aber durchaus nichts angegeben, woraus man schliefsen dürfte, dafs das Experiment durch diesen und nicht durch Gleditsch ausgeführt wurde. In einem anderen Buche; welches unter dem Titel: Berliner Belustigungen u. s. w. erschienen ist, finden wir weit ausführlichere Nachrichten über diese künstlichen Befruchtungen der berühmten Chamaerops, und Herr Fr. Otto hat einen Auszug dieses Berichtes im ersten Hefte der Schriften des

*) S. Essai d'une fécondation artific. fait sur l'espèce de Palmier qu'on nomme Palma dactylifera folio flabelliformi. — Hist. de l'Acad. des scienc. et belles lettres. Ann. 1749. A. Berlin 1751. pag. 103.

Preufsischen Gartenbau-Vereines gegeben. Es heifst in diesem Berichte, dafs die ersten männlichen Blüthen, welche sich Gleditsch von Leipzig kommen liefs, verdarben, doch zu gleicher Zeit liefs sich der botanische Gärtner Michelmann dergleichen kommen, und mit diesen ward der erste Versuch angestellt. Die weiblichen Blüthen, welche dem befruchtenden Kolben zunächst standen, brachten über 100 Saamen, die entfernt stehenden aber nur 4. Bei der Befruchtung im folgenden Jahre erhielt man an 5 Trauben 2000 reife Saamen. Die Saamen keimten nach 4 Monaten. Im Jahre 1808 hat auch Herr Otto eine solche künstliche Befruchtung mit der berühmten Chamaerops angestellt, und die daraus hervorgegangenen reifen Saamen keimen sehen. Es befindet sich im botanischen Garten zu Berlin noch eine jüngere Chamaerops, welche aus solchen künstlich befruchteten Saamen hervorgegangen sein soll, doch habe ich darüber keine autentischen Nachrichten erhalten können.

Der Graf Sternberg hatte seit einer Reihe von Jahren ein starkes Exemplar von Carica macrocarpa, welche alle Jahre blühte, aber keine Früchte brachte. Im Jahre 1815, als diese Pflanze eben wieder blühte, liefs sich derselbe männliche Blüthen der Carica Papaya von Prag kommen und bestäubte seine weibliche Pflanze, worauf sie Früchte mit keimfähigen Saamen ansetzte. Seitdem blühte die Pflanze wieder alljährlich, setzte aber keine Früchte an *).

Aehnliche hiehergehörige Beobachtungen hat Herr Treviranus im zweiten Theile seiner soeben erschienenen Physiologie der Gewächse in sehr grofser Anzahl aufgeführt.

Alle diese Thatsachen sprechen so bestimmt für die Sexualität bei den Pflanzen, dafs wir schon hieraus dieselbe als vollkommen erwiesen ansehen können; was sich aber in der Folge, wenn wir den plastischen Prozefs kennen gelernt haben, welcher bei der Befruchtung stattfindet, noch viel bestimmter herausstellen wird.

---

*) S. Flora von 1821. II. Erste Beilage pag. 4.

I. Von den männlichen Geschlechts-Organen der Pflanzen.

Die männlichen Geschlechts-Organe der Pflanzen sind unter dem Namen: Staubgefäfse, Staubfäden (stamina) bekannt, welche bei den verschiedenen Pflanzen von sehr verschiedener Form und von sehr verschiedenem Baue sind; die ausgebildeten Staubgefäfse der vollkommenen Pflanzen lassen jedoch stets drei wesentliche Theile an denselben unterscheiden, nämlich den Träger (filamentum), den Staubbeutel (anthera) und den Blumenstaub (pollen).

Der Blumenstaub (pollen) ist als das Befruchtende in der Blume anerkannt worden, daher wir uns mit der Untersuchung desselben speciell zu beschäftigen haben; die Bildung desselben steht mit der Bildung der Anthere im innigen Zusammenhange, so dafs wir bei der Bildungsgeschichte des Blumenstaubes zugleich die des Staubbeutels oder der Anthere daneben zu betrachten haben. Dem Plane zu Folge, welchen ich mir bei der Ausarbeitung dieses Werkes über die Pflanzen-Physiologie vorgesetzt habe, kann hier die Betrachtung der Staubgefäfse in morphologischer Hinsicht eigentlich nicht statt finden, sondern ich gebe hier nur die einfachen Beobachtungen über die Bildung der Anthere mit dem darin enthaltenen Pollen, woraus man die Nichtigkeit aller der vielen, so sinnreich erdachten Entstehungs-Geschichten dieser Gebilde, welche von einem sehr grofsen Theile der Botaniker angenommen worden sind, einsehen wird.

Nach den bekannten gegenwärtig fast allgemein angenommenen Grundsätzen der Metamorphosen-Lehre werden die Staubgefäfse als metamorphosirte Blätter angesehen, und gerade bei der Anthere hat man sich alle Mühe gegeben um diese Metamorphose des Blattes in der Form der ausgebildeten Anthere anschaulich zu machen. Hätte man jedoch die Bildung der Anthere von frühester

Zeit an verfolgt, so würde man gefunden haben, dafs sich die Sache ganz anders verhält, und dafs eine überaus grofse Uebereinstimmung in der Bildung der Fächer herrscht, wenn auch die Form und die Zahl derselben bei der ausgebildeten Anthere, besonders um die Zeit ihres Aufspringens, vielfach verschieden ist.

Derjenige Theil der Blume, aus welchem sich später die Anthere mit dem darin enthaltenen Pollen bildet, tritt zunächst als ein schuppenförmiges Gebilde auf, welches mit seiner Basis zur Seite der Achse befestigt ist, und sich in Hinsicht der Stellung ähnlich den Kelch- und Blumenblättern eben derselben Blüthenknospe verhält. Man hat dieses schuppenförmige Gebilde als ein junges Blatt angesehen; aus welchem sich die Anthere herausbildet, doch in Hinsicht der Structur unterscheidet es sich von den wirklichen Blättern ganz bestimmt, denn es hat stets nur ein einzelnes, der Länge nach hindurchlaufendes cylindrisches Gefäfsbündel, während die, verhältnifsmäfsig sehr grofse Masse des Zellengewebes ganz ohne alle Spiralröhren, entweder rund um jenes Bündel, oder nur zu den Seiten desselben ausgebreitet ist; und gerade von dieser ursprünglichen Ausbreitung der Zellenmasse, hängt auch die künftige Form der Antherenfächer ab.

Im Inneren der kleinmaschigen Zellenmasse, aber stets in bestimmten, für die Art unabänderlichen Entfernungen von dem Gefäfsbündel, bilden sich die Fächer der Anthere mit dem darin auftretenden Pollen; mit der Vergröfserung dieser Fächer wird die Zellenmasse immer mehr und mehr zurückgedrängt, und bei verschiedenen anderen Bildungen, welche in dieser Periode im Inneren jener Zellen auftreten, und später speciell erörtert werden, entsteht aus jenem ursprünglichen schuppenartigen Gebilde dasjenige Gerüste, welches die reife Anthere zeigt.

Wenn man die ausgebildeten Antheren der Pflanzen quer durchschneidet, so zeigt die gröfste Zahl derselben zwei, mehr oder weniger grofse Fächer, welche mit Blumenstaub gefüllt sind, und nur sehr wenige Pflanzen zeigen

einfächerige Antheren. Wenn man jedoch die Antheren der vollkommneren Pflanzen in früheren Zuständen ihrer Entwickelung durch Querschnitte untersucht, so zeigen sie fast sämmtlich vier Fächer, welche, bei verschiedenen Gattungen und Arten sehr verschieden gestellt sind und später durch Zerreifsung der Scheidewände bald in 2 Fächer übergehen, bald in ein einzelnes, was durch Zerreifsung, oder vielmehr durch Lostrennung sämmtlicher Scheidewände von den Wänden der Anthere vor sich geht. Die systematische Botanik mufs jedoch die Benennungen der einfächerigen und der zweifächerigen Antheren beibehalten, denn es werden hiemit die Zustände der Antheren während der Blüthe angedeutet, und meistens sind jene Veränderungen der 4 Fächer einer bestimmten Anthere in zwei Fächer, oder in ein einzelnes Fach, schon längere Zeit vor dem Aufspringen der Anthere vor sich gegangen. In allen jenen Fällen, wo die Anthere als einfächerig angegeben ist, da habe ich bei Untersuchung der frühesten Zustände ebenfalls 4 Fächer beobachtet, so z. B. bei den Oenotheren, wo allerdings schon bei sehr jungen Blüthenknospen diejenige Stelle der äufseren Antherenwand, welche später aufspringt und die Ränder bildet, von der inneren Scheidewand getrennt ist; aber in noch weit früheren Zuständen sind auch diese Theile mit einander verwachsen, und die junge Anthere der Oenotheren hat 4 sehr regelmäfsig im Vierecke gestellte Fächer. Bei der Gattung Salvia ist stets von einfächerigen Antheren die Rede, und sie verhalten sich hier dennoch ganz ähnlich wie in anderen Fällen; man braucht noch nicht einmal sehr junge Zustände zu untersuchen, und man wird finden, dafs die Anthere als ein schildförmiges Gebilde auftritt, welches auf der hinteren Fläche, und gerade in der Mittellinie derselben, mit dem Träger verbunden ist. Schneidet man eine solche Anthere quer durch, so findet man zwei besondere Fächer, wovon jedes um die schmale Seitenwand der Anthere herumläuft, aber auf der Mitte der vorderen Fläche sind die künftigen Ränder nicht nur unter sich,

sondern auch mit der Rückenwand ganz innig verwachsen. Ich habe den frühesten Zustand bei der Antherenbildung der Gattung Salvia zwar noch nicht gesehen, aber aus der Form der Fächer in einem etwas weiter vorgerückten Zustande, geht wohl sehr bestimmt hervor, dafs auch die beiden, fast hufeisenförmig gebogenen Antherenfächer, im frühesten Zustande durch die Scheidewand getrennt waren, welche mitten durch die Breitenachse der ganzen Anthere verläuft. In dem frühesten Zustande, in welchem ich diese Antheren sah, lagen die Ränder jener Scheidewand, welche seitliche Fortsätze des Connectivums sind, ganz dicht neben der äufseren Antherenwand, mit welcher sie früher sicherlich verwachsen gewesen sind. Auch die Antheren der Gattung Impatiens sind im frühesten Zustande 4fächerig, und die der Syngenesisten zeigen im Knospenzustande gleichfalls die niedlichsten Scheidewände, durch welche sie in 4 Fächer getheilt waren, später trennen sich jedoch diese Wände und die Antheren werden einfächerig.

Dafs die zweifächerigen Antheren bei ihrem Auftreten 4fächerig sind, das hatte schon Gleichen beobachtet, und Herr v. Mirbel *) sprach schon die Ansicht aus, dafs dieser Bau der Antheren bei dem gröfsten Theile der Pflanzen vorhanden sein möchte. Herr R. Brown **) gab eine ausführlichere Darstellung über die Normalbildung der Anthere, er sagte: „Ich nehme an, dafs jede Anthere aus zwei Säcken oder Thecae besteht, welche ihrer ganzen Länge nach an dem Rande eines zusammengedrückten Trägers angeheftet sind. Jeder Sack enthält ursprünglich eine fleischige Substanz, auf deren Oberfläche, oder in deren Zellen, sich der Blüthenstaub bildet. Die Höhle des Sackes ist ihrer Länge nach in zwei gleiche Fächer getheilt, und diese Theilung ist äufserlich durch einen Eindruck, oder eine

*) Traité élémentaire de Botan. et de Physiolog. végét. I. pag. 249. und Ann. du Mus. Tom. IX. pag. 452.

**) Transact. of the Linnean Society of London. Vol. XIII. P. 1. Dessen Vermischte Schriften. Herausgegeben von Nees v. Esenbeck. II. pag. 623.

Furche angedeutet, welche zugleich auch die Linie des Aufklaffens ist.“

Nach dieser Darstellung denke man sich die 4 Fächer der Anthere durch zwei, sich kreuzende Scheidewände gebildet; die eine Scheidewand, welche wir die Hauptscheidewand nennen wollen, trennt die beiden Säcke von einander, welche die meisten ausgebildeten Antheren zeigen, die andere Scheidewand dagegen, welche wir die Nebenscheidewand nennen wollen, durchschneidet nur die Höhle der beiden Säcke; oft durchschneidet die Nebenscheidewand die Hauptscheidewand im rechten Winkel, was besonders bei den terminalen Antheren der Fall ist, indessen bei den seitlich stehenden Antheren, besonders aber in dergleichen blattartigen Staubgefäfsen, wie bei der Gattung Nymphaea, da stehen die Nebenscheidewände in einem spitzen Winkel auf die Hauptscheidewand gerichtet. Die einzelnen Antherenfächer bei den sogenannten zweifächerigen Antheren springen später an denjenigen Stellen auf, wo die Ränder der Nebenscheidewände mit der äufseren Antherenwand verbunden sind; bei den einfächerigen Antheren dagegen, wie z. B. bei der Gattung Salvia und noch in vielen anderen Fällen, trennen sich die Ränder der Nebenscheidewand von der äufseren Antherenwand; diese springt nicht auf, sondern es laufen dadurch nur die beiden Fächer der einen Antherenhälfte in ein gemeinschaftliches Fach zusammen. Die Eröffnung der Anthere geschieht hier durch eine Längenspalte, welche sich an derjenigen Stelle der Antherenwand bildet, wo der vordere Rand der Hauptscheidewand mit der äufseren Antherenwand verwachsen war, sich aber von dieser schon einige Zeit vorher getrennt hatte, wodurch endlich alle 4 Fächer in ein einzelnes zusammen laufen.

Erstes Capitel.

Speciellere Untersuchungen über die Bildung der Anthere und des Pollens.

Schon auf den vorhergehenden Seiten ward die Meinung von Robert Brown ausgesprochen, dafs der Antherensack ursprünglich mit einer fleischigen Substanz erfüllt sei, auf deren Oberfläche, oder in deren Zellen sich der Pollen bildet. Diese Ansicht, dafs sich nämlich die Pollenkörner in besonderen häutigen Zellen bilden, hatte schon Koelreuter *) aufgestellt, sie wurde jedoch erst durch Herrn Brongniarts **) Beobachtungen nachgewiesen, welcher in den jungen Antheren der Kürbifspflanze fand, dafs jedes Fach eine halbdurchsichtige, zellige Masse einschliefst. Diese zellige Substanz, welche Herr Brogniart die Pollenmasse nennt, ist aus einer Menge von Zellen gebildet, die, wie alles vegetabilische Zellengewebe entsteht, indem sich zarte, runde und durchsichtige Schläuche aneinanderlegen und mit einander zusammenhaften, u. s. w. Die Zellen der Pollenmasse sollen um diese Zeit so fest aneinanderhaften, dafs man sie, ohne zu zerreifsen, nicht von einander trennen kann; in ihrem Inneren sieht man aber eine grofse Zahl kleiner Kügelchen, welche sich zu einer runden, dichten und fast undurchsichtigen Masse vereinigen. Herr Brongniart konnte aber nicht entscheiden, ob diese Kügelchenmasse durch eine eigene Membran, oder durch ihre blofse Adhäsion zusammenhielten. Bei der Anthere der Cobaea scandens beobachtete Herr Brongniart noch eine eigene äufserst zarte und durchsichtige Membran, welche die ganze Pollenmasse eines jeden Antherenfaches umschliefst und sie der inneren Fläche der Antherenwand

*) Vorläufige Nachrichten etc. Leipzig 1761. pag. 13.

**) Mémoire sur la génération et le développément de l'embryon dans les végétaux phanérogames. Paris 1827. pag. 11, 12 etc.

anheftet; ja ihr Vorkommen ward auch bei anderen Pflanzen vermuthet. Am wichtigsten war aber die Entdeckung von Mutterzellen, worin sich die Pollenkörner, und zwar bei der Cobaea ganz constant zu 4 an der Zahl bildeten. Die Wände dieser Mutterzellen zerreifsen endlich und ihre Trümmer vereinigen noch einige Pollenkörner. Bei den Oenotheren glaubte Herr Brongniart beobachtet zu haben, dafs sich in jeder Mutterzelle 5 bis 8 Pollenkörner bilden. Herr Mohl*) bestätigte im Allgemeinen die Brongniart'schen Entdeckungen, machte jedoch die Beobachtung, dafs das Auftreten von 4 Pollenkörnern in jeder Mutterzelle sehr constant sei. Im frühesten Zustande, sagt Herr Mohl, sieht man den körnigen Inhalt dieser Zellen in vier Klümpchen vertheilt; bei weiterer Entwickelung liegen an der Stelle derselben vier Pollenkörner, die mehr oder weniger fest aneinander liegen. Später trennen sich die Pollenkörner von einander und liegen, wenn endlich die sie einschliefsenden Zellen verschwunden sind, frei in der Höhle der Anthere.

Seit jener Zeit haben wir noch von Herrn v. Mirbel**) die meisterhaften Untersuchungen über die Bildung der Antheren und des Pollens bei den phanerogamen Gewächsen erhalten, durch welche diese Gegenstände fast vollständig aufgeklärt wurden, so dafs wir nur noch weniges Neue hinzuzufügen haben, welches wir auch wohl nur den neuesten Verbesserungen der Mikroskope zu verdanken haben.

Zu den Beobachtungen über die Entwickelung der Antheren und des darin enthaltenen Pollens sind nicht alle Blumen gleich gut zu benutzen, sondern es passen hiezu besonders nur diejenigen, in welchen die verschiedenen Theile der Blüthen fest aufeinander liegen, wie z. B.

---

*) Ueber den Bau und die Formen der Pollenkörner. Mit 6 lithographirten Tafeln. Bern 1834. 4to. pag. 33.

**) Complément des observations sur le Marchantia polymorpha, suivi de Recherches sur les métamorphoses des utricules, et sur l'origine, les développements et la structure de l'anthère et du pollen des végétaux phanérogames. pag. 60.

die Blüthenknospen des Kürbis, aber ganz besonders zu empfehlen sind in dieser Hinsicht die Nymphaeen; ihre Blüthenknospen haben schon eine bedeutende Gröfse und eine ausgezeichnete Härte, wenn die Bildung der Antherenfächer beginnt.

In den Blüthenknospen des Kürbifs von 2 Millimeter Länge beobachtete Herr v. Mirbel die zellige Structur des Lappens, worin sich später die Anthere bildet, aber er bemerkte noch keine Andeutung für die künftige Bildung des Pollens in demselben. Bei denjenigen Kürbifspflanzen, welche ich in dieser Hinsicht untersuchte, waren die Knospen höchstens 2 Linien lang, wenn sie diese einfache und ursprüngliche Structur des sogenannten Staubblattes zeigen sollten; das Zellengewebe dieses Gebildes war äufserst zart und die einzelnen Zellen desselben 5- und 6-eckig, ja überhaupt sehr regelmäfsig, wenn der Schnitt mit sehr scharfem Messer ausgeführt wurde. Im Inneren dieser Zellen befand sich eine zarte, nur wenig gefärbte, aber etwas gekörnte schleimige Substanz, und das Ganze gewährte auf dem Querschnitte einen Anblick, welcher wenig verschieden von demjenigen war, der aus einer etwas späteren Entwickelungsstufe in Fig. 2. Tab. XII. dargestellt ist, nur dafs dort auch die Epidermisschicht mit etwas gekörnten Schleimmassen gefüllt war. In der Knospe aus einem, etwas weiter vorgerückten Zustande, sah Herr von Mirbel, dafs auf jeder Seite der Mittellinie des Schnittes (quer durch den Antherenlappen), eine Gruppe von einigen Zellen auftrat, welche zwar gröfser, als die übrigen Zellen waren, aber denselben denn doch ähnelten; er nannte sie Pollen-Zellen (utricules polliniques), weil sich in ihrem Inneren die Pollenkörner bilden sollen. In Folge wiederholter Untersuchungen habe ich dieses erste Auftreten des Bildungsherdes für die Pollenkörner ganz verschieden von den vorhergehenden Angaben gefunden; ich sah nämlich auf den Querschnitten, dafs an denjenigen Stellen des ursprünglichen Staubblattes, wo später das Antherenfach auftritt, eine Gruppe von mehr oder weniger vielen Zellen,

von 5, 6 bis 8 und vielleicht noch darüber, deren Wände noch aus einer weichen, und umbildsamen Substanz bestanden, zum Theil aufgelöst und in eine unförmliche schleimige Masse verwandelt wurden, aus welcher alsdann die ersten Umrisse der Pollenmassen hervorgebildet wurden. Diese Rückbildung der Zellenwände mit ihrem Inhalte in eine unförmliche Schleimmasse geschieht auf diese Weise, dafs die Auflösung der Zellenwände von einem gewissen Punkte beginnt und von diesem aus sich seitlich auf die zunächst liegenden Zellen erstreckt. Was hier auf dem Querschnitte, als ein blofser Punkt erscheint, ist also für die ganze Anthere eine Linie, welche parallel der Längenachse des ganzen Gebildes auftritt; und da in diesem Gebilde 4 für sich bestehende Fächer erscheinen, so geschieht die Bildung derselben in 4, der Länge nach verlaufenden Linien, welche stets an ganz bestimmten Punkten auftreten. Später, wenn von der Bildung der Höhle im Nucleus des unbefruchteten Eychens durch Resorbtion des Zellengewebes die Rede sein wird, werde ich auf die Aehnlichkeit nochmals, und zwar ausführlicher aufmerksam machen, welche zwischen diesen beiden Vorgängen statthat.

Sobald die Wände einiger Zellen des Staubblattes in einen consistenten Schleim umgewandelt sind, und sich dadurch eine Höhle im Zellengewebe gebildet hat, beginnt auch die Bildung der Urmutterzelle, und zwar auf folgende bemerkbare Weise. Es bilden sich aus dem condensirten Schleime eine Menge von Kügelchen, welche aus einer festeren gummiartigen Substanz bestehen, und als Kerne (Cytoblast nach Herrn Schleiden) auftreten, um welche herum die schleimige Substanz zu einer Membran erhärtet, die sich alsdann immer mehr und mehr ausdehnt, so dafs sie endlich eine sphärische Zelle bildet, in welcher einer der ursprünglichen Cytoblasten, als sogenannter Kern gelagert ist. Die Menge, in welcher diese Zellenkerne in den Antherenfächern auftreten, ist bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden; bei dem Kürbifs z. B. zeigen sich auf Querschnitten dieser jungen Anthere nur 2 bis 3 neben-

einanderliegend, wie es Fig. 2. Tab. XII. darstellt, wo a b und c d die jungen Antherenfächer sind und e, f, u. s. w. die Urmutterzellen zeigen, welche ihren Kern enthalten, und einige Zeit nachher zur Bildung neuer Zellen dienen, die in regelmäfsiger Zahl in ihrem Inneren auftreten; was auch schon bei h in eben derselben Figur zu sehen ist. Ich nannte jene ersteren Zellen die Urmutterzellen um sie von den Mutterzellen zu unterscheiden, in welchen dann später die wirklichen Pollenkörner auftreten. Betrachtet man den Rand der inneren Fläche des Antherenfaches in diesem jungen Zustande des Staubblattes, so bemerkt man, wie es auch die Abbildung zeigt, dafs die Zellen, welche denselben bilden, noch nicht nach derjenigen Regel gestellt sind, worin sie später vorkommen; die nach Innen gerichteten Wände der einzelnen Zellen sind mitunter noch in der Auflösung begriffen und gehen in diejenige Schleimmasse über, welche die ganze innere Fläche der jungen Antherenfächer bekleidet und die Urmutterzellen von allen Seiten einschliefst. Etwas später findet man die Ränder dieser Antherenfächer genau begrenzt und die Schleimmasse, welche die Urmutterzellen der Pollenkörner umhüllt, beginnt eine zellige Structur zu zeigen, so wie auch zu gleicher Zeit eine Füllung jener Urmutterzellen mit einer gekörnten Substanz stattfindet. Unter diesen Vorgängen nehmen die Zellen der Antherenwände ebenfalls an Gröfse zu und endlich zeigt die Antherenhälfte ein Ansehen, wie das in Fig. 1. Tab. XII. Bei einer näheren Vergleichung dieses Zustandes der jungen Anthere mit jenem aus Fig. 2., zeigt sich die Bildung der Scheidewand zwischen den beiden Antherenfächern am auffallendsten; es sind durchschnittlich nur 3 Zellenschichten, welche hier die Scheidewand bilden, während in Fig. 2. noch 6—7 Zellenschichten dazwischen gelagert sind, woraus man zugleich erkennt, dafs die Vergröfserung der Antherenfächer mit einer Auflösung des Zellengewebes nach der Mitte zu begleitet ist, bis endlich eine schmale Scheidewand, e f in Fig. 1. zurückbleibt. Die Breitenaus-

dehnung des Antherenfaches geschieht aber auch zugleich nach der anderen Dimension, und dadurch wird die Vertiefung veranlafst, welche die vordere Antherenwand in l zeigt, eine Bildung, welche mit zunehmendem Alter der Anthere immer mehr und mehr zunimmt und auf der ganzen Fläche der Antherenhälfte eine Rinne darstellt, welche für die beschreibende Botanik von besonderem Werthe ist. Diese Rinne ist zugleich diejenige Stelle der Antherenwand, welche sich später von dem äufseren Rande (e) der Scheidewand ef trennt und als eine, mehr oder weniger lange Spalte aufbricht, durch welche der Pollen ausgeworfen wird. Ganz besonders auffallend ist diese Formveränderung in der äufseren Fläche des Staubblattes bei der Gattung Nymphaea, wo der Raum für die Bildung der Antherenfächer sehr beschränkt ist, und dennoch nehmen dieselben später eine so bedeutende Gröfse ein, was nur durch Verschiebung der Zellenschichten nach Aufsen stattfinden kann; hier zeigt sich alsdann eine Rinne an der vorderen Fläche des Connectivums, und jede Antherenhälfte hat wieder mitten zwischen den Hervorragungen der beiden einzelnen Fächer eine Rinne.

Ferner zeigen sich in der Darstellung von Fig 1. die Pollenzellen in gröfserer Anzahl ausgebildeter und ganz mit einer gekörnten Masse gefüllt, aber in jeder dieser Zellen ist wiederum ein besonderer Kern mit einer umschliefsenden Haut zu bemerken. Auch ist die Schicht von Schleimzellen, welche die ganze Pollenmasse einschliefst, in diesem Zustande der Entwickelung schon sehr ausgebildet; man sieht dieselbe bei kk zwischen der inneren Fläche des Antherenfaches und der äufseren Fläche der Pollenmasse, über welche sie sich ganz in der Art hinzieht, wie es bei i dargestellt ist. Herr Brongniart hat zwar bei der Cobaea scandens diese eigenthümliche Haut bemerkt, dafs sie aber aus kleinen Zellen mit dicken Wänden gebildet wird, das hat zuerst Herr v. Mirbel *) dargestellt

*) l. c. Tab. VIII. Fig. 81. und 82. und Tab. IX. Fig. 83 a a.

stellt, und im Vorherigen habe ich über ihre Entstehung Nachweisung gegeben. Aehnliche Umwandelungen von Schleimmassen in zellige Häute scheinen nicht so selten zu sein; so bemerkte ich z. B., dafs die Härchen auf der Narbe der Feuerlilie meistentheils mit einer mehr oder weniger dicken Schleimschicht bekleidet werden, und diese Schleimschicht im Erhärten das Ansehen einer Masse von ziemlich regelmäfsigen Zellen annimmt; ja auch die zelligen Bildungen auf der Oberfläche der Pollenkörner, von welchen später sehr ausführlich gesprochen werden wird, möchte ich auf eben dieselbe Weise erklären.

Am schwierigsten ist indessen die vollständige Nachweisung zu geben, auf welchem Wege sich die Anzahl der Urmutterzellen in den Fächern der Anthere von Fig. 1. vermehrt hat. In Fig. 2. habe ich allerdings eine Zelle der Art dargestellt, worin ich die Wände von 3 anderen Zellen deutlich wahrgenommen habe, doch zeigten weder diese neuen Zellen Kerne, noch hatte sich eine Veränderung des Kernes an der dicht darunter liegenden Zelle eingestellt. Beobachtete ich jedoch die Kerne der Urmutterzellen in einem etwas vorgerückteren Zustande, wenn diese nämlich schon mit einer gekörnten Masse gefüllt waren, so konnte ich bemerken, dafs sich, um den Nucleus herum, durch Erhärtung der zunächst liegenden Schleimmasse, eine zarte, schleimige Haut bildete, welche sich allmälig vergröfserte und somit zuletzt eine eigene Zelle mit ihrem Kerne darstellte. In Fig. 6. sind dergleichen Bildungen dargestellt, a der Kern, b die Zelle um den Kern; auch ist in d und e dicht daneben eine Zelle mit ihrem Kerne ganz frei dargestellt. In den beiden Mutterzellen bei Fig. 8. sieht man aber noch aufser jener neuen Zelle eine gröfsere, welche bei c in der Art gelagert ist, als wenn sie die vorhergehende umschliefst, was aber wohl nur scheinbar sein möchte; bei g sieht man sie ganz zur Seite liegend, und ich vermuthe, dafs diese Zelle eine zweite ist, ja in der Mutterzelle von Fig. 10. sind sogar

drei solcher Zellen zu sehen, und die vierte liegt vielleicht noch dahinter, wefshalb sie hier nicht zu sehen ist.

Beobachtet man einen weiter vorgerückten Zustand der Anthere, so findet man auf dem Querschnitte eine Bildung, welche in Fig. 3. Tab. XII. dargestellt ist, und vergleicht man diese mit der danebenstehenden Abbildung von Fig. 1., so findet man, dafs die Mutterzellen aus letzterer Figur sehr vergröfsert sind, dafs sie sich gegenseitig zu mehr regelmäfsigen Formen eingezwängt haben, und dafs sich ihr Inhalt gänzlich verändert hat. Die Wände dieser Mutterzellen sind sehr dick geworden und zeigen ein gallertartiges und ganz wasserhelles Ansehen; der gekörnte Inhalt derselben ist dagegen in vier besonderen kleineren Zellen eingeschlossen, wovon in der Abbildung des Querschnittes immer nur drei zu sehen sind, indem die vierte darüber oder darunter liegt. Die Räume zwischen der inneren Fläche der Mutterzellenwand und den vier darin eingeschlossenen Zellen, werden dagegen von einer schleimigen und durchsichtigen Substanz erfüllt, welche später ebenfalls zu einer glasartigen Gallerte erhärtet und die Form der Höhlen zurückbehält, wenn die einzelnen darin eingeschlossenen Zellen herausgenommen wurden. Es fragt sich nun, und es ist der wichtigste Punkt, der hierbei zu beachten ist, auf welche Weise diese vier Zellen, welche die künftigen Pollenkörner darstellen, aus den einzelnen Mutterzellen entstanden sind. Man lasse sich nicht durch die Zellen täuschen, welche wir vorhin im Inneren der Substanz der Mutterzellen, wie in Fig. 6., 10. u. s. w. nachgewiesen haben; man könnte glauben, dafs sie die künftigen Pollenkörner würden, indem die umgebende gekörnte Substanz allmälig resorbirt und zur Bildung neuer Hüllen verbraucht würde, dem ist aber nicht so. Herr von Mirbel hat auch hier den Gang der Natur zuerst belauscht, und er gab in seiner Bildungsgeschichte der Antheren der Kürbifspflanze, am angeführten Orte (Tab. IX. pag. 83) eine Abbildung, welche den Gegenstand verdeutlicht; er sah, dafs die grofsen Zellen, welche ich in Fig. 1.

und 6. als Mutterzellen bezeichnete, noch im Inneren von anderen, grösseren, polyedrisch geformten und äufserst zarten Zellen gelagert waren, und dafs sie sich hier in vier kleinere Zellen theilten, welche dann die einzelnen Pollenkörner darstellten. Diese Theilung geschehe aber nicht durch blofses Zerfallen der gekörnten Substanz, welche darin gelagert ist, sondern durch eigenthümliche Einschnürungen, welche die Wand der Zellen selbst zeigt, und indem diese Einschnürungen immer tiefer nach dem Mittelpunkte der Zellen verlaufen, entstehen durch vollständige Selbsttheilung vier besondere Zellen aus der einzelnen. Dieses höchst auffallende Factum ist lange Zeit hindurch nicht gehörig beachtet worden, und wahrscheinlich defshalb, weil es sehr schwer ist, gerade den Zeitpunkt aufzufinden, in welchem diese Selbsttheilung, und also die eigentliche Bildung der Pollenkörner vor sich geht. Ich selbst hatte früher einen Zustand der Anthere der Kürbifspflanze beobachtet, in welchem die Mutterzellen der Pollenkörner auf dem Querschnitte dergleichen unregelmäfsige buchtige Figuren zeigten, wie sie in Fig. 11. und 12. Tab. XII. dargestellt sind, woraus ich schlofs, dafs dieses der Anfang solcher Selbsttheilung sein könne, später aber, als die Zeichnungen zu dieser Tafel schon ausgeführt waren, sah ich auch einige Fälle, wo die Einbuchtungen regelmäfsiger waren, so dafs ich Herrn v. Mirbel's Angabe in diesem Punkte vollständig bestätigen konnte, dagegen habe ich niemals die Mutterzellen gesehen, worin diese sich theilenden Zellen enthalten sein sollen.

Hiernach ist also die herrschende Ansicht, als entständen die Pollenkörner in Mutterzellen, sehr zu berichtigen, denn die Pollenkörner entstehen nicht in den Mutterzellen, sondern sie entstehen durch Selbsttheilung aus der Mutterzelle, wenn man diese so nennen will. Später, wenn von den Sporen der Moose die Rede sein wird, werde ich nachweisen, dafs auch diese auf eben dieselbe Weise, nämlich nicht in Mutterzellen, sondern durch Selbsttheilung aus sogenannten Muttersporen entstehen.

In einem etwas weiter vorgerückten Zustande finden wir die Pollenkörner bei den Kürbifspflanzen in solchen Häufchen, wie sie Fig. 4. Tab. XII. zeigt; hier liegen die vier jungen Pollenkörner im Inneren einer grofsen Mutterzelle, und jedes Pollenkorn ist wiederum mit einer Specialmutterzelle umschlossen, welche später noch deutlicher auftritt, wie es Fig. 33. Tab. XI. zeigt. Fragt man nach der Entstehungsweise der grofsen Mutterzelle, so mufs ich gestehen, dafs ich dieselbe nicht habe beobachten können; es scheint mir aber, dafs sie erst nach der Bildung der vier Pollenkörner aus dem umgebenden Schleime entstanden ist. Etwas Aehnliches würden wir in dem Auftreten der zelligen Schleimhülle finden, welche die ganzen Pollenmassen im Inneren der Antherenfächer einschliefst und später ebenfalls verschwindet.

Die jungen Pollenkörner d, e, f und g sind mit einer feingekörnten Masse dicht gefüllt und sind dadurch so wenig durchsichtig, dafs man nur selten den Kern in einer derselben zu sehen bekommt. Die einhüllende gallertartige Substanz der Mutterzelle zeigt, was auch hier in der Abbildung angedeutet ist, eine Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Hüllen; die äufsere nämlich, durch b bezeichnet, ist die ursprüngliche Membran, sie ist ganz ohne alle Färbung; die Masse cc dagegen, welche unmittelbar in dieser Membran gelagert ist und bis zu den Wänden der Pollenzellen verläuft, zeigt eine, etwas in das Grünliche spielende, aber ebenfalls glasartige Färbung. In der Darstellung von Fig. 5. sieht man eine solche Mutterzelle zerrissen, und es befindet sich nur noch ein einzelnes Pollenkorn in seiner natürlichen Lage, an welchem aber der breite und wasserhelle Rand als eine ganz eigenthümliche Membran erscheint. Trennt man diese einzelnen Pollenkörner aus ihrer Mutterzelle, so wird man sich überzeugen, dafs diese gallertartige und ungefärbte Membran die gewöhnliche Haut des Pollenkornes noch umschliefst und also gleichsam die Special-Mutterzelle darstellt. Im Inneren dieser doppelten Einhüllungen durch gallertartige

Membranen kommen nun die Pollenkörner zur weiteren Entwickelung, und mit ihrer vorschreitenden Ausbildung verringert sich die Masse der einschliefsenden Hüllen, so dafs diese zuletzt vollständig resorbirt werden, und dann die Pollenkörner frei im Inneren der Antherenfächer umherliegen. In Fig. 33. Tab. XI. ist ein einzelnes Pollenkorn der Kürbifsknospe aus einem späteren Zustande dargestellt, welches noch in seiner Specialzelle eingeschlossen ist, aber schon innerhalb derselben die warzigen Hervorragungen auf der Oberfläche der äufseren Membran zu bilden beginnt, die später zu den niedlichen Stacheln umgestaltet werden, welche an dem ausgebildeten Pollenkorne eben derselben Pflanze in Fig. 32. dicht daneben dargestellt sind.

Da alle die Abbildungen, welche zu Verdeutlichung der Bildungsgeschichte der Antherenfächer und des darin enthaltenen Pollens im Vorhergehenden aufgeführt wurden, nach gleichen Vergröfserungen angefertigt sind, so wird man über die allmäligen Veränderungen, welche die Pollenkörner, von dem ersten Auftreten ihrer Urmutterzellen (Fig. 2. Tab. XII.), bis zu ihrer vollständigen Ausbildung (Figur 32. Tab. XI.) erleiden, die deutlichste Vorstellung erlangen, und diese Untersuchungen geben uns über viele der dunkelsten Gegenstände in der Bildungsgeschichte ziemlich vollständigen Aufschlufs.

In einer soeben erschienenen interessanten Arbeit der Herren Schleiden und Vogel *) finden wir Beobachtungen über die Entwickelung der Pollenmasse im Inneren der Antheren der Gattung Lupinus, welche von unseren im Vorhergehenden gegebenen Angaben sehr abweichend sind; es heifst daselbst: Die Blättchen (die ersten Anfänge der Staubfäden nämlich!) schwellen an, und im Inneren ihres Zellgewebes, zu beiden Seiten des Blattrandes, werden einige Zellen lockerer; später erkennt man auf jeder Seite zwei durch die aus dem Blattrande entstandenen, aber

---

*) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Blüthentheile bei den Leguminosen. — Nova Act. Acad. C. L. C. Vol. XIX. pag. 64.

nach vorn gedrückten rima getrennten Loculamente, und wenig später sieht man auf dem Querschnitte vier Fächer, deren jedes eine Anzahl von früheren Parenchymzellen (dieselben, die wir oben als locker geworden bezeichneten) einschliefst, von welchen jede wiederum eine Gruppe kleiner Zellen umgiebt. — Die einzelnen Zellen dieser Gruppen sind wasserhell, und fast jede (einige bleiben steril) erzeugt in ihrem Inneren eine neue Zelle, welche Herr Schleiden als die matrix pollinis bezeichnet und angiebt, dafs sich in diesen Mutterzellen die Pollenkörner zu dreien oder vieren an der Zahl bilden. Auch nach Lesung dieser Angaben, welche mit vielen Abbildungen auf der ersten Tafel der Abhandlung begleitet sind, habe ich keine Gründe, meinen früheren Beobachtungen, welche auch mit denen des Herrn v. Mirbel übereinstimmen, zu mifstrauen, ich habe mich aber bei der vorgerückten Jahreszeit noch selbst überzeugen können, dafs dieser Gegenstand, der Kleinheit dieser Theile wegen, bei der jungen Lupinusblüthe wohl schwerlich erkannt werden kann.

Die Bildung von Zellen im Inneren anderer Zellen, welche später vollständig resorbirt werden, oder deren Wände zur Bildung anderer Substanzen verbraucht werden, ist durch die Untersuchung über die Bildung der Anthere vollständig nachgewiesen worden, und das Auftreten der Pollenkörner im Inneren der Mutterzellen in regelmäfsiger und stets sehr constanter Anzahl, nämlich zu vier, ist eine Erscheinung, durch welche das Vorkommen der verwachsenen Pollenkörner erklärt wird, über die noch im Folgenden etwas specieller gesprochen werden wird.

Die Resorbtion der Mutterzellen, so wie der zelligen Hülle, welche die ganze Pollenmasse in dem jungen Antherenfache einschliefst, geschieht meistens schon sehr früh, während andere Pflanzen, z. B. die meisten Coniferen, noch sehr spät die Spuren derselben zwischen den ausgebildeten Pollenkörnern aufzuweisen haben; ja bei vielen Pflanzen ist die Substanz, welche die Wände der Mutterzellen bildet, aus einem zarten und so wenig erhärteten Schleime

bestehend, dafs man dieselbe nur sehr selten in Form von eigenen Membranen erkennen kann. Dieses ist fast durchgängig bei denjenigen Pflanzen der Fall, deren Pollenkörner in späteren Zuständen ganz verwachsen auftreten, so dafs sie eine Pollenmasse bilden, welche das ganze Antherenfach auskleidet. Bei anderen Pflanzen sind die grofsen Mutterzellen deutlicher ausgebildet, dagegen verwachsen die vier Pollenkörner im Inneren einer jeden Mutterzelle, so dafs sie bald sehr leicht, bald weniger leicht von einander zu trennen sind; dieser letztere Fall zeigt sich bei den Orchideen, und hier findet man bei vielen Gattungen eine ganz besondere Bildung, durch welche selbst die ausgebildeten Pollenmassen mit einander in sehr fester Verbindung bleiben. Es haben schon vor langer Zeit mehrere Botaniker von einer Reizbarkeit gesprochen, welche den Staubfäden verschiedener unserer deutschen Orchideen zukomme, doch diese Annahme beruht auf den eigenthümlichen Bau, welchen die Pollenmassen dieser Orchideen-Gattungen aufzuweisen haben, der zuerst durch Herrn Lindley und bald darauf durch Herrn Brongniart*) näher beschrieben wurde. Es ist hier als bekannt vorauszusetzen, dafs der Pollen der Orchis-Arten aus zwei keulenförmigen und gestielten Massen besteht, welche in zwei Lappen getheilt und mit dem Ende ihres Stielchens in dem Grunde des Antherensackes befestigt sind. Jede dieser Pollenmasse ist traubenartig aus kleineren Massen zusammengesetzt, welche dicht gedrängt an der gemeinschaftlichen Achse befestigt sind, und diese kleineren Massen sind abermals aus kleineren traubenartig gruppirten Körnchen gebildet, welche ziemlich regelmäfsig aus vier zusammengewachsenen Pollenkörnern bestehen, die ein Ansehen und eine Form zeigen, wie es in Fig. 17. Tab. XI. von Orchis Morio dargestellt ist. Die Vereinigung dieser Pollenkörner geschieht durch wirkliches Verwachsen, und zwar sind es

*) Annales des scienc. natur. XXIV. pag. 115. — Rob. Brown's Vermischte Schriften, herausgeg. von Nees v. Esenbeck. V. pag. 211.

stets diejenigen, welche in einer gemeinschaftlichen Mutterzelle gebildet wurden. Die Verwachsung ist jedoch bei den Orchis- und Ophrys-Arten so lose, dafs schon ein gelinder Druck die Trennung der einzelnen Pollenkörner bewirkt; bei Epipactis dagegen ist die Verwachsung viel fester. Die Vereinigung dieser verwachsenen Pollenkörner zu den kleinen traubenartigen Pollenmassen, und die Befestigung dieser gröfseren Massen an einer gemeinschaftlichen Achse, welche sich in einen Stiel verlängert, womit die Pollenmasse befestigt ist, geschieht durch eine höchst eigenthümliche, zähe, feste, klebrige und höchst elastische Substanz, welche von gelblicher Farbe ist und mit dem Vogelleim die gröfste Aehnlichkeit zeigt. Diese Substanz umhüllt alle die regelmäfsig gruppirten kleineren und gröfseren Pollenmassen, und verbindet sie zu einer gemeinschaftlichen Masse; sie zeigt, wie es mir scheint, keine besondere Structur, sondern läfst sich durch einige Gewalt in die feinsten Fäden ziehen, und diese laufen wieder zu einer gemeinschaftlichen Masse zusammen, wenn die Gewalt nachläfst. Untersucht man die Antheren der Orchis-Arten lange vor ihrem Aufblühen, so findet man eine regelmäfsige Stellung der Mutterzellen, aber die Substanz, welche dieselben bildet, ist noch mehr schleimartig und wird erst später zu jener Viscin-artigen Substanz umgewandelt. Bei den anderen Gewächsen wird die Substanz der Mutterzellen ganz resorbirt, und theils zu den zelligen und gekörnten Bildungen auf der Oberfläche der Pollenkörner verwendet, theils in jene öligen Substanzen verwandelt, womit die Oberfläche der Pollenkörner so häufig bekleidet ist. Hierin kann denn auch der Grund liegen, dafs die äufseren Wände der Pollenkörner der Orchideen so einfach und meistens ganz glatt gestaltet sind.

So höchst eigenthümlich das Auftreten einer verbindenden Masse in dem Pollenkörper einiger Orchideen-Gattungen ist, so haben wir doch etwas Aehnliches schon bei anderen Pflanzen kennen gelernt; die Pollenkörner der Oenotheren sind in den ausgebildeten Antheren zwar frei-

liegend, aber durch eine mehr oder weniger grofse Anzahl von feinen und zuweilen selbst verästelten Fäden mit einander zu kleineren oder gröfseren Massen zusammengeheftet, und diese Fäden zeigen ein ähnliches Verhalten, als jene Viscin-artige Masse der Orchideen-Pollenmassen; sie sind zähe, ebenfallss ehr elastisch und lösen sich nicht in Wasser. Wenn man den Pollen aus den Antherenfächern der Oenotheren herausnimmt, oder auch, wenn man den auf dem weiblichen Geschlechtsorgane sitzenden Pollen abnimmt, so erscheint die ganze Masse wie durch feine Fäden zusammengehalten, was man schon mit blofsen Augen wahrnehmen kann. In den früheren Zuständen der Antheren ist von diesen Fäden noch nichts zu bemerken, und ihre Entstehung habe ich nicht verfolgen können; sie treten aber auf, wenn die Substanz der Mutterzellen verschwindet, und vielleicht sind sie nur dadurch entstanden, dafs die elastische, Viscin-ähnliche Substanz in diese Fäden aus einander gezogen wurde, indem sie nicht grofs genug war, um, wie bei dem Orchideen-Pollen, das Ganze einzuhüllen.

Herr Link *) hat neuerlichst das Mutterzellengewebe in den Antherenfächern, worin sich die Pollenkörner bilden, mit dem Namen des Collenchym's belegt, weil er sehr wohl erkannt hat, dafs sich die Substanz dieser Zellen ganz anders verhält, als die der gewöhnlichen Zellen, und hauptsächlich mit dem Kleber grofse Aehnlichkeit zeigt.

Eine sehr abweichende und noch interessantere Bildung zeigt die Pollenmasse der Asclepiadeen, woriiber in neueren Zeiten so äufserst viel geschrieben ist, was man in Herrn Schauer's **) Abhandlung bis zum Jahre 1833 ziemlich vollständig zusammengestellt findet. Jede Pollenmasse der Asclepiadeen ist durch eine eigene zellige Mem-

*) Element. philos. bot. II. pag. 199.

**) Vergleichende Zusammenstellung aller über die Befruchtungsweise der Asclepiadeen bisher aufgestellte Theorien und erwiesenen Thatsachen. — Rob. Brown's Vermischte Schriften. Herausgegeben von Nees v. Esenbeck. V. pag. 212.

bran von gelblicher Farbe eingeschlossen, welche an einer bestimmten Stelle aufreifst; die Pollenmasse innerhalb dieses Sackes ist jedoch zu allen Zeiten der Entwickelung mit einem regelmäfsigen grofsmaschigen polyëdrischen Parenchyme zu vergleichen, dessen Deutung sehr verschieden gegeben ist. Eine jede Zelle dieses Parenchym's hat man als ein besonderes Pollenkorn gedeutet, welches an einer bestimmten Stelle, nämlich in der Richtung nach der Spalte, in welcher die umschliefsende Haut auf der gebogenen Kante der Pollenmasse sich öffnet, aufspringt und den Pollenschlauch zur Ausführung der Befruchtung, worüber später die Rede sein wird, hindurchläfst. Herr Ehrenberg und Herr Mohl haben diese polyëdrischen Zellen als Pollenkörner mit einfacher Membran beschrieben, und Ersterer glaubte die Umwandelung dieser Formen in einer mehr oder weniger langgeschwänzten Form beobachtet zu haben; es verhält sich jedoch dieser Gegenstand ziemlich ähnlich mit der gleichnamigen Erscheinung bei anderen Pflanzen. Die Membran dieser polyëdrischen Zellen ist nämlich im ausgebildeten Zustande sehr fest, so dafs man sie von der darin liegenden Zelle mehr oder weniger leicht ablösen kann; und um die Zeit, wenn aus der Oeffnung jener Zellen der Pollenschlauch hervortritt, kann man selbst beobachten, dafs dieser Schlauch als eine Fortsetzung der inneren Membran auftritt, welche jedoch noch von einer mittleren und äufserst zarten Haut umschlossen ist. In der Folge, wenn von den verschiedenen Häuten der Pollenkörner die Rede sein wird, werden wir eine grofse Reihe von Fällen kennen lernen, in denen die Pollenkörner drei Häute aufzuweisen haben, und zwar verhalten sich diese Häute in Hinsicht ihrer Festigkeit ganz ähnlich diesen polyëdrischen, zu einem gewöhnlichen Zellengewebe vereinigten Pollenkörnern der Asclepiadeen; hiedurch wird zugleich die Ansicht beseitigt, nach welcher man diese polyëdrischen Zellen als lauter Special-Mutterzellen betrachten könnte, und erst die darin enthaltenen und ebenfalls aus zwei Membranen bestehenden Zellen, als die eigent-

lichen Pollenkörner ansehen. Zugleich ergiebt sich aber auch aus den vorherigen Mittheilungen über die Structur der Pollenmassen der Asclepiadeen, dafs diese Bildung der Pollenkörner, als die einfachste zu betrachten ist.

Meiner Ansicht nach verhalten sich die verwachsenen Pollenmassen der Mimoseen und vieler Acacien dem Wesentlichen nach ganz ähnlich der Pollenmasse der Asclepiadeen; Herr Kunth *) hat diese interessante Pollenform zuerst bei der Gattung Jnga beobachtet, wo acht Pollenkörner in Form einer Scheibe verwachsen sind; zwei 4- oder 5-seitige Körner liegen in der Mitte, und 6 andere liegen rund herum, wovon das unterste in Form einer Spitze ausgewachsen ist, welche in der Basis des Antherenfaches durch eine, ebenfalls sehr zähe und klebrige Substanz befestigt ist. Die einzelnen Pollenkörner dieser verwachsenen Masse haben an allen ihren aneinanderstofsenden Ecken kleine Poren. Bei anderen Mimoseen fand Herr Mohl jeden Pollenkörper aus 16 Körnern verwachsen, welche ebenfalls sehr regelmäfsig gestellt sind, und jedes Antherenfach hat zwei solcher Pollenkörper. Ueber die Entstehung und Structur des klebrigen Stieles, mit welchem diese Pollenkörper in der Basis der Anthere befestigt sind, gilt, wie ich glaube, eben dieselbe Erklärung, welche wir im Vorhergehenden über die Entstehung des Collenchyms bei dem Orchideen-Pollen gegeben haben; in den jüngeren Antheren der Mimoseen ist davon noch nichts enthalten.

Nach dieser kurzen Auseinandersetzung über die verschiedenen Formen, in welchen sich die Pollenmassen im entwickelten Zustande der Anthere darstellen, kommen wir wieder zur ferneren Betrachtung der Ausbildung des Pollens in den Antheren des Kürbisses zurück, welche auf pag. 128 abgebrochen wurde. Um die Zeit, wenn das Collenchym, oder dieses schleimige Gewebe, worin die Pollenkörner gebildet werden, aufgelöst oder resorbirt wird, und

---

*) Voyage de Humboldt et Bonpland. Mimoses 1819. Tab. 22. Fig. 10.

nun die Pollenkörner ganz frei zu liegen kommen, ist die Vergröfserung derselben mit jedem Tage zu bemerken. Man sieht aber auch, dafs neben der Ausdehnung der Pollenkörner noch mehrere andere Veränderungen in dem Antherenfach des Kürbisses vor sich gehen; so bemerkt man z. B. dafs die innere Fläche des Antherenfaches mit einer Schicht von zarten und ellipsoidisch zugerundeten Schleimzellen bedeckt wird, und es scheint mir ganz bestimmt, dafs diese Zellen aus der zelligen Hülle entstanden sind, womit die ganze Pollenmasse eines jeden Antherenfaches im früheren Zustande bekleidet war. Etwas später werden auch diese, fast sämmtlich getrennt liegenden Zellen resorbirt, und indem die sich schnell ausdehnende Pollenmasse nicht mehr Raum in dem Antherenfache findet, wird auch noch eine ganze Zellenschicht von der inneren Fläche der Antherenwände zerstört, so dafs die Wände der ausgebildeten Antherenfächer des Kürbisses nur noch aus zwei vollkommen erhaltenen Zellenlagen bestehen, nämlich aus der äufseren, der wirklichen Epidermis, und der inneren, welche aus grofsen mit Spiralfasern versehenen Parenchym-Zellen gebildet wird, wie es in Fig. 7. Tab. XII. dargestellt ist. Bei anderen Pflanzen dagegen erreichen die Pollenkörner nur selten eine so aufserordentliche Gröfse, wie bei dem Kürbisse, und daher werden die Antherenwände weniger ausgedehnt, so dafs man durchschnittlich neben der Zellenschicht der Epidermis noch zwei Zellenschichten mit Spiralfaser-Zellen vorfindet. In anatomischer Hinsicht habe ich über das Auftreten dieser eigenthümlichen Bildungen von Spiralfasern in den Zellen der Antherenwände, schon im ersten Theile dieses Buches, von pag. 64 bis 70 gesprochen, und kann defshalb diesen Gegenstand hier übergehen*). Die Abbildung in Fig. 7. stellt einen Theil der Seitenwand einer reifen Anthere dar, während

*) Anmerkung. Nur Herr Treviranus, der meine Beobachtungen stets zurücksetzen zu können glaubt, kann noch an meiner, über diesen Gegenstand zuerst (1827) gegebenen Erklärung über die Bedeutung dieser Fasern zweifeln.

in Fig. 9. die Zellen der Wand von der Stelle d Fig. 1. dargestellt sind. Beide Abbildungen sind nach Querschnitten gemacht, und an den Wänden dieser Zellen sieht man den Verlauf der Spiralfasern, deren obere und untere Windungen sich gegenseitig kreuzen. In Fig. 8. sind dagegen einige dieser Zellen von der Epidermisseite der Antherenwand gesehen dargestellt, und hier erkennt man in der einen Zelle die Windungen der Spiralfasern, welche sich auf den Endflächen umwenden, während dieselben in den anderen Zellen, gerade in der Mitte der Fläche, so vollkommen mit der Membran verwachsen sind, dafs sie plötzlich aufhören, oder vielmehr nicht mehr zu unterscheiden sind.

Sehr bemerkenswerth ist es, dafs die Spiralfasern an den Parenchym-Zellen der Antherenwände erst in einem sehr späten Zeitraume der Ausbildung der Anthere auftreten; anfangs sind diese Parenchym-Zellen mit grüngefärbten körnigen und formlosen Massen mehr oder weniger stark gefüllt; später entfärbt sich diese Substanz und nun wird sie zur Bildung der Spiralfasern gebraucht, welche gleichsam eine zweite Schicht dieser Zellenwände bilden. Die Bildung der Spiralfasern ist hier nicht so leicht zu beobachten, als in den Schleuderern der Jungermannien u. s. w., man kann aber unbesorgt schliefsen, dafs sie hier auf ähnliche Weise erfolgt. Dafs das Vorkommen dieser Spiralfaser-Zellen mit dem Aufspringen der Antheren in Verbindung steht, ist heutigen Tages wohl nicht mehr zu bezweifeln, doch herrschen über die Art und Weise, wie die Natur sich dieses eigenthümlichen Baues zur Ausführung ihres Zweckes bedient, sehr grofse Meinungsverschiedenheiten. Untersucht man die Antheren vor und nach ihrem Aufspringen, so wird man sich überzeugen können, dafs die Pollenmasse nicht in Folge ihrer Vergröfserung die Wände der Antherenfächer auseinanderreifst; gewöhnlich liegen die Pollenkörner um die Zeit, wenn die Anthere aufspringt, sogar sehr lose. Beobachtet man dagegen die Structur der Antherenwände an denjenigen Stellen,

wo sich bei dem Aufspringen die Ränder der Nath bilden, so findet man in der Form und der Lage der Epidermis-Zellen diese künftige Nath vorgezeichnet, indem diejenigen Zellen, welche künftig die Ränder bilden, meistens etwas länger gestreckt sind und in gerader Richtung über einander stehen. Tritt die Zeit der Reifung ein, so springen mit mehr, oder weniger gröfserer Kraft diese Zellenreihen von einander, ohne dafs irgend eine Zerreifsung dabei stattfinden kann.

Herr Purkinje *) suchte zu zeigen, dafs jene Spiralfasern in den inneren Zellenschichten der Antheren-Valveln gröfstentheils durch ihre Elasticität das Aufspringen der Antherenfächer verursachen, doch hat Herr Mohl **) die meisten dafür aufgestellten Gründe beseitigt. Dagegen hat Herr Mohl an eben demselben Orte eine andere Hypothese aufgestellt, durch welche das Aufspringen der Antherenfächer besser zu erklären sein soll. Die Spiralfasern in den Antheren-Zellen werden als Verdickungen der Zellenwände betrachtet, wodurch diese Zellen beim Trockenwerden weniger zusammengezogen werden können, als die zarten und dünnwandigen Zellen der Antheren-Epidermis, daher diese beim Reifen der Anthere, was mit der Verdunstung des Zellensaftes begleitet ist, in der schon vorgebildeten Nath auseinanderreifsen, sich zusammenziehen und dadurch die Ränder der Antherenwände nach Aufsen krümmen. Werden solche geöffnete Antheren in Wasser gelegt, so saugen die Epidermis-Zellen wieder mehr Wasser ein und es geschieht eine abermalige Schliefsung der Antherenfächer, was zu beobachten ist, wenn dieselben halb verwelkt oder selbst völlig ausgetrocknet ist. Es kann sein, dafs die obige Erklärung über das Aufspringen der Antherenfächer sehr einfach zu sein scheint, ich möchte jedoch die Wirkung der Spiralfasern in den inneren Zellenschichten der Antherenwände durch die hygroskopische

---

*) De cellulis antherarum fibrosis etc. pag. 13.

**) Flora von 1830. pag. 736 etc.

Eigenschaft erklären, welche den einzelnen Spiralfasern in weit gröfserem Maafse zukommt, als den Wänden der Parenchym-Zellen.

Zweites Capitel.

Ueber die Structur der Pollenkörner.

Im vorigen Capitel haben wir bereits kennen gelernt, dafs die Pollenkörner bei ihrem ersten Auftreten als einfache Zellen erscheinen, deren Wände und Inhalt mit zunehmendem Alter vielfache Veränderungen eingehen.

Der ausgebildete, reife Pollen, welcher um die Zeit des Oeffnens der Antheren vorhanden ist, erscheint bei verschiedenen Pflanzen von vielfach verschiedener Form, wozu meistens die Ursache in der Zahl und der Lagerung der Pollenkörner innerhalb der Mutterzellen zu suchen ist. Am häufigsten sind die Pollenkörner ellipsoidisch geformt, wie bei Fritillaria imperialis (Fig. 3 und 4. Tab. XI.) und fast bei allen Liliaceen und diesen nahe stehenden Familien; ausgezeichnet ellipsoidisch ist der Pollen von Ruellia barlerioides Roth., welcher in Fig. 28. Tab. XI. dargestellt ist. Vollkommen kugelförmig runde Pollenkörner sind schon um Vieles seltener, bei den Coniferen zeigen sie die Gattungen: Juniperus, wovon Fig. 5. Tab. XI. eine Darstellung giebt, Larix, Taxus, Thuja u. s. w. Bei Larix habe ich unter verschiedenen Verhältnissen kugelförmige Pollenkörner (Fig. 9. Tab. XI.) und auch ellipsoidische (Fig. 7 und 8. Tab. XI.) beobachtet. Fig. 25. Tab. XI. zeigt ein kugelförmiges Pollenkörnchen von Trillium erectum. In anderen Fällen sind die Pollenkörner mehr linsenförmig zusammengedrückt, und diese zeigen gewöhnlich drei, mehr oder weniger hervorragende Warzen, deren Bau wir in der Folge näher angeben werden. Als Beispiele hiezu führe ich den Pollen der Oenothera biennis (Fig. 18. Tab. XI.),

Oenothera lepida (Fig. 27. Tab. XI.) und den der Clarkia pulchella (Fig. 23, 24 und 26. Tab. XI.) auf. In seltenen Fällen weicht die Form der Pollenkörner von diesen sphärischen Figuren ab, und zeigt alsdann Formen, welche mehr oder weniger genau mit verschiedenen regelmäfsigen Krystallformen zu vergleichen sind. So zeigen die Pollenkörner von Tropaeolum majus eine prismatische Gestalt, sowie auch die von Geissomera longiflora, wo die Kanten und Ecken etwas abgerundet sind. Die Pollenkörner von Corydalis lutea und C. sempervirens haben eine tetraëdrische Form, die von Basella alba, Triopteris brachypteris und Gaudichaudia triphylla sind würfelförmig mit abgestutzten Kanten und Ecken. Eine dodekaëdrische Form zeigen die Pollenkörner von Rivina brasiliensis, die Formen eines Pentagonaldodekaëders die der Fumaria spicata. Die Pollenkörner der Ruppia maritima zeigen eine ganz eigenthümliche Form, Herr Fritzsche beschreibt sie als schlauchartige, in der Mitte knieförmig gebogene Körper, sie ähneln daher den Pollenkörnern von Limnanthes Douglasii und denen der Banksien. Die Pollenkörner der Zostera sind dagegen lange und ungegliederte Fäden, ähnlich den Confervenfäden; unser verewigte Freund Fr. Nees von Esenbeck hat sie schon vor vielen Jahren entdeckt und neuerlichst sind sie von Herrn Fritzsche ausführlicher beschrieben und abgebildet; ja schon Caulinus *) sah diese Pollenfäden bei Zostera und seiner Gattung Phacagrostis.

Alle diese, soeben aufgeführten Formen der Pollenkörner zeigen bei verschiedenen, theils einander nahe stehenden, theils bei ganz fremden Pflanzen-Arten die mannigfaltigsten Modificationen, und am verschiedensten sind dieselben bei den ellipsoidischen Pollenkörnern, welche bald vollkommen eyförmig, bald länglich-eyförmig auftreten; bald in ihrer Längenachse linsenförmig zusammengedrückt, bald in der Seitenfläche zusammengedrückt erscheinen. Diese Formen sind es hauptsächlich, welche im

---

*) Zosterae oceanicae Linnaei. Napoli 1792.

trockenen und im feuchten Zustande grofse Verschiedenheiten zeigen, man mufs jedoch die Pollenkörner im feuchten Zustande untersuchen, wenn man ihre Form bestimmen will, denn diese Form kommt ihnen auch vor dem Aufspringen der Antheren zu. In der Folge werde ich noch diese Formenverschiedenheit an den Pollenkörnern im trockenen und im feuchten Zustande für verschiedene wichtige Fälle speciell anführen.

Aufser der Form fällt bei der Betrachtung der Pollenkörner zunächst die vielfach verschiedene Zeichnung auf, welche dieselben auf ihrer Oberfläche zeigen; doch ehe wir zur speciellen Betrachtung dieses Gegenstandes gehen, müssen wir von den Membranen im Allgemeinen sprechen, welche die Wände der Pollenkörner bilden. Auch über diesen Gegenstand waren die Angaben der Beobachter in früheren Zeiten sehr widersprechend und unzureichend, erst die neuesten Mikroskope von Frauenhofer, Ploessl und Schieck setzten die Botaniker in den Stand hierüber mit Bestimmtheit sprechen zu können, so dafs künftige Forschungen die Zahl der Beobachtungen zwar vergröfseren und zu allgemeinen Resultaten führen, die vorhandenen aber nicht mehr umstofsen können.

Die Pollenkörner der meisten Pflanzen zeigen zwei Membranen, die eine ist die äufsere, die andere die innere; ihre Verschiedenheit beruht jedoch nicht nur auf die Lage derselben, sondern sie ist auch in Hinsicht der Consistenz, der Färbung und der Dicke mehr oder weniger auffallend. Diese Angaben finden wir schon von Koelreuter *) ausgesprochen; er nennt die innere Haut eine dünnere, ungleich schwächere, ungefärbte und ohne Structur. Man erkannte später das Dasein dieser inneren Haut durch das Hervortreten von häutigen Zapfen, welche die Pollenkörner verschiedener Pflanzen bei ihrem Anschwellen im Wasser zeigten. Viel leichter und bestimmter kann man

*) Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen 1761. pag. 1—14.

sich von dem Vorhandensein einer zarten inneren Membran bei den Pollenkörnern der Iris-Arten überzeugen, und überhaupt bei solchen Pflanzen, deren Pollenkörner Längsfalten zeigen, welche sich bei dem Einsaugen des Wassers, als wirkliche Spalten darstellen, durch welche die innere Membran, als eine zarte Blase zum Vorscheine kommt. Bei dem Pollen der Iris-Arten gelingt es sehr leicht die äufsere Membran von der inneren vollständig zu trennen, wenn man die Körner zwischen zwei Glasplatten, während der Beobachtung unter dem Mikroskope langsam hin- und herrollt, wobei sich die äufsere netzförmige Haut abtrennt.

In neuerer Zeit hat man immer mehr Pflanzen kennen gelernt, deren Pollenkörner sogar drei verschiedene Häute zeigen, nämlich eine äufsere, eine innere und eine mittlere. Herr Mohl *) fand diesen Bau bei den Coniferen mit kugelförmigen Pollenkörnern ganz allgemein und bildete ein solches von Taxus baccata ab. Der Bau dieser Pollenkörner der Coniferen ist aber auch so leicht wahrzunehmen, dafs schon Gleichen **) denselben von Juniperus communis ziemlich ganz richtig abgebildet hat, und in der That, der Pollen von Juniperus zeigt noch auffallendere Erscheinungen, als der von Taxus. In Fig. 5. Tab. XI. habe ich eine Abbildung eines solchen einzelnen Pollenkornes von Juniperus gegeben; die äufsere Haut ist von gelbbräunlicher Farbe und mit vielen kleinen spitzigen Hervorragungen versehen. Legt man diese reifen Pollenkörner in Wasser, so wird man sehr bald bemerken, dafs ein jedes Körnchen, über die Hälfte seines Umfanges, eine Spalte in der äufseren Haut erhält, und gleich darauf springt mit grofser Schnelligkeit die ganze Kugel hinaus, welche vorher von der äufseren Haut eingeschlossen war, die

*) Ueber den Bau und die Formen der Pollenkörner. pag. 74. Tab. I. Fig. 5.

**) Das Neueste aus dem Reiche der Pflanzen, oder mikroskopische Untersuchungen und Beobachtungen u. s. w. Nürnberg. Fol. 1764. Tab. XXIII. Fig. 13 b.

dann alsbald zusammenfällt. Läfst man die hervorgesprungene Kugel einige Zeit hindurch in Wasser liegen, so wird man bemerken, dafs die ungefärbte Membran, welche sie umschliefst, immer dicker und dicker wird, ja zuletzt einen Umfang zeigt, dessen Verhältnisse zur Gröfse des ganzen Pollenkornes in Fig. 6. der beiliegenden 11ten Tafel dargestellt sind. Die von den Kreisen a und b eingefafste Masse cc ist hier die mittlere Membran des Pollenkornes, sie erscheint vollkommen ungefärbt und weich wie eine gallertartige Substanz, wird auch von Jodine fast gar nicht gefärbt. Das Vermögen die Feuchtigkeit einzusaugen, und dadurch zu einem so grofsen Umfange anzuschwellen ist auch die Ursache, wefshalb die äufsere Haut dieser Pollenkörner sobald platzt, wenn die Körner in Wasser gelegt werden. Innerhalb dieser gallertartigen mittleren Haut befindet sich die innere Haut d, welche bei der Berührung mit Jodine etwas gelblich gefärbt wird und nur bei der Bildung des Pollenschlauches noch deutlicher von der mittleren Haut getrennt erscheint.

Drei Häute kommen jedoch nicht nur den kugelförmigen Pollenkörnern der Coniferen zu, sondern allen Gattungen dieser Familie, und wie es sich hiemit bei der merkwürdigen Pollenform der Gattung Pinus, Abies u. s. w. verhält, werden wir in der Folge kennen lernen. Herr Fritzsche *) beobachtete drei Membranen an den Pollenkörnern verschiedener Gattungen aus der Familie der Onagreen, als bei Oenothera, Clarkia, Lopezia, Epilobium und Gaura, und gab später einige Abbildungen hiezu **). Vermuthungen über das Vorkommen von drei Membranen bei den Pollenkörnern anderer Pflanzen, als bei Tigridia Pavonia, Cucurbita Pepo, so wie eine gröfsere Anzahl von Abbildungen über diesen Gegenstand, hat Herr Fritzsche

---

*) De plantarum polline. Diss. inaug. Berolini 1833. pag. 32. 8vo.

**) S. Fritzsche. Ueber den Pollen der Pflanzen und das Pollenin. Annalen der Physik und Chemie 1834. XXXII. pag. 481—492.

erst im vergangenen Jahre *) publicirt, ich selbst kann aber das Vorkommen von drei besonderen Häuten an den Pollenkörnern der zuletzt genannten Gattungen vollkommen nachweisen und habe mittelst eines schönen Instrumentes von Ploessl das Vorkommen von drei Häuten an den Pollenkörnern sehr vieler Pflanzen beobachtet.

Die Pollenkörner der Asclepiadeen hielt man, lange Zeit hindurch, für einfache Zellen und Herr Mohl **) beschrieb sie als Pollenkörner mit einfacher Haut; die neueren Mikroskope haben aber gezeigt, dafs dieses nicht der Fall ist, sondern dafs den Pollenkörnern dieser Pflanzen mehrere Häute zukommen. Dagegen haben die Beobachtungen des Herrn Fritzsche und Anderer gelehrt, dafs die Pollenkörner der Wasserpflanzen: Caulinia fragilis, Zannichellia pedunculata, Zostera und Najas major nur aus einer einfachen zarten Haut bestehen.

Wir haben also hiemit Pollenkörner mit einfacher Haut, mit doppelter und selbst mit dreifacher Haut kennen gelernt. Ganz neuerlichst hat aber Herr Fritzsche in der zuletzt genannten Schrift über den Pollen angegeben, dafs er bei Clarkia elegans, Oenothera mollis und Eucharidium concinnum sogar eine vierfache Haut beobachtet habe, was selbst durch Abbildungen dargestellt ist. Auch ich habe den Pollen der genannten Pflanzen, so wie den vieler ähnlichen Pflanzen untersucht, habe aber die angebliche vierte Haut des Herrn Fritzsche nicht sehen können, wefshalb ich das Dasein derselben in den genannten Pflanzen gänzlich bezweifle. In den Figuren 18 und 19. Tab. XI. sind Darstellungen von dem Pollen der Oenothera biennis; besonders in letzterer Figur ist das Hervortreten eines Pollenschlauches dargestellt, wobei die drei Häute vollkommen zu unterscheiden sind. Die Abbildungen in den Fig. 23, 24 und 26. stellen Pollenkörner der Clarkia pulchella dar;

---

*) Ueber den Pollen. Mit 13 colorirten Steindrücken. Petersburg 1837. — Aus den Mém. des Sav. étr. de l'Academie des sc. de St. Petersbourg besonders abgedruckt.

**) l. c. pag. 35.

sie sind ganz getreu, und auch an ihnen ist keine Spur einer vierten Pollenhaut zu sehen. Fig. 23. zeigt ein ausgebildetes Pollenkorn, welches gleich nach der Eröffnung der Anthere ausgestreut wurde und etwa 15 Minuten lang in Wasser gelegen hatte; a b c zeigt die äufsere Haut, welche an den Spitzen der warzenförmigen Auswüchse bei d d d besonders deutlich und etwas stärker angeschwollen zu sehen ist. e e, e e zeigen die mittlere Haut, welche ebenfalls in den warzenförmigen Auswüchsen bedeutend verdickt ist, was sich besonders deutlich an der Basis derselben, wie in g g, g g zeigt. f, f, f sind Hervorragungen der inneren Haut, welche durch die Einsaugung des Wassers von Seiten ihres Inhaltes hervorgetrieben werden. h die Masse, welche die Höhle der inneren Haut erfüllt, worunter bei i, i mehrere Oeltröpfchen zu bemerken sind. Fig. 24. giebt die Darstellung eines ähnlichen Pollenkornes der Clarkia pulchella, welches eine halbe Stunde lang in concentrirter Schwefelsäure gelegen hatte. Die innere Haut mit ihrem ganzen Inhalte ist gänzlich zerstört, in eine structurlose Flüssigkeit umgeändert und fast gänzlich zu den Oeffnungen f, f, f hinausgetrieben; nur die äufsere und die mittlere Membran sind unbeschadet zurückgeblieben. a a a zeigt die äufsere Membran, welche an den Enden der Hervorragungen bei b b, b b, b b sehr stark angeschwollen ist. c c c die mittlere Membran, welche sich von der äufseren abgetrennt hat, während sie in Fig. 23. der letzteren genau angelagert zu sehen ist. d d, d d, d d die verdickte mittlere Membran, welche die warzenförmigen Hervorragungen bildet und schon in g, g, g die Oeffnung zeigt, durch welche die Pollenmasse ausgetrieben wird. Die dunkeler gefärbten Stellen e e, e e, e e, werden durch die besondere Lage der verdickten Basis der Hervorragungen erzeugt; sie zeigen mitunter selbst ein, etwas gestreiftes Ansehen. In Fig. 26. ist ein reifes Pollenkorn eben derselben Pflanze zu sehen, welches von der Narbe entnommen wurde, wo es die Schläuche erzeugt hatte, die aus den Oeffnungen f f der äufseren Membran hervorragen.

Bis zu den Buchstaben g, g, sind die Bezeichnungen in dieser Figur mit der vorhergehenden übereinstimmend. hhh zeigt ganz deutlich die innere Haut, welche nach dem Austreiben der Schläuche i, k und l l mit der darin enthaltenen Masse sich zusammengezogen und von der mittleren Haut getrennt hat. Das Bild war überall gleich hell beleuchtet und nirgends war eine Spur von einer vierten Haut zu sehen.

Wegen dieser vierten Pollenhaut, welche Herr Fritzsche beobachtet zu haben glaubt, schien demselben die bisherige Benennung der Pollenhäute unzureichend, und er hat defshalb eine neue Nomenclatur in Vorschlag gebracht. Die innere Haut wird Intine und die äufsere Exine genannt, und da Herr Fritzsche aus dem Verhalten dieser Häute gegen Reagentien schliefsen zu können glaubt, dafs die Formen mit drei und vier Häuten durch Verdoppelung der äufseren oder der inneren Haut der Pollenkörner entstehen, so hat er die letztere Bildung Exintine und die erstere Intexine genannt. Die Reihenfolge dieser Häute wäre also in einem Falle, wo alle vier Häute vorhanden sind, folgende: Exine, Intexine, Exintine und Intine. Bei einem Pollenkorne mit drei Häuten müfste aber erst untersucht werden, zu welcher der beiden, der inneren oder der äufseren Haut die mittlere zu rechnen wäre.

Es ist hinreichend bekannt, wie leicht die Botaniker neue Benennungen annehmen, wenn auch dieselben unnöthig oder sogar auf ganz unrichtige Voraussetzungen gegründet sind; um so mehr mufs ich defshalb gegen die Annahme dieser aufgestellten Benennungen warnen. Jene Benennungen beruhen einmal auf das Vorhandensein von vier Pollenhäuten, was ich aber entschieden verneinen möchte; ferner auf die Annahme, dafs die innere und die äufsere Haut als die ursprünglichen, und die übrigen, dazwischen vorkommenden, nur als Verdoppelungen der einen oder der anderen anzusehen sind. Diese Annahme wird jedoch sowohl durch die Beobachtung der Bildung der Pollenkörner widerlegt, als auch durch das chemische

Verhalten derselben, worüber sogleich die Rede sein wird. Ja wenn auch in einigen Pflanzen die Pollenkörner mit vier Häuten versehen wären, was aber wahrscheinlich nicht der Fall sein wird, indem auch der Kern des Eychens nur höchstens mit zwei umschliefsenden Membranen versehen ist, so darf doch eine Nomenclatur niemals auf Hypothesen beruhen, wobei erst weitläuftige mikroskopisch-chemische Untersuchungen nöthig sind, um die Benennung festzusetzen, deren Werth, wie in dem vorliegenden Falle aufserordentlich gering ist. Ich bin daher der Ansicht, dafs man bei den vorliegenden Beobachtungen des Pollens mit den Benennungen: äufsere, mittlere und innere Haut vollkommen ausreicht.

Das Verhalten der Membranen der Pollenkörner gegen Reagentien zeigt in mancher Hinsicht höchst auffallende Eigenthümlichkeiten; die innere Membran ist stets äufserst zart, ungefärbt, hygroskopisch und sehr dehnbar; durch concentrirte Schwefelsäure wird sie schnell zerstört, aber Jodine bringt nur eine sehr leichte gelbliche Färbung darauf hervor, welche sogar in kurzer Zeit wieder verschwindet, ja zuweilen scheint die Membran ohne Reaction gegen Jodine.

Die mittlere Membran der Pollenkörner zeigt in ihrem chemischen Verhalten grofse Verschiedenheiten bei verschiedenen Pflanzen; die mittlere Haut bei dem Pollen von Juniperus und Taxus ist vollkommen ungefärbt und erlangt durch schnelles Einsaugen von Wasser eine gallertartige Beschaffenheit; sie wird durch Jodine nicht gefärbt, aber durch concentrirte Schwefelsäure allmälich vollständig aufgelöst; die mittlere Membran der Pollenkörner von Pinus wird dagegen durch Jodine gelblich gefärbt und durch Schwefelsäure nicht zerstört. Ausgezeichnet verhält sich die mittlere Membran der Pollenkörner bei den Gattungen Oenothera, Clarkia u. s. w. Jodine färbt dieselbe gelblich braun und concentrirte Schwefelsäure äufsert selbst nach Wochen-langer Einwirkung keine zerstörende Kraft auf diese, an manchen Stellen sehr verdickte Membran,

wie man es in der Abbildung in Fig. 24. Tab. XI. sehen kann.

Die äufsere Membran der Pollenkörner ist dagegen stets von noch festerer Structur, als die beiden inneren, ja sie widersteht nicht nur der Einwirkung der kalten Schwefelsäure, sondern selbst in kochender Schwefelsäure sah ich die äufsere Haut der Pollenkörner verschiedener Pflanzen unzerstört zurückbleiben. Auch der Fäulnifs im Wasser widersteht sie sehr lange, und hiedurch wird es erklärlich, dafs selbst in den Blüthen urweltlicher Pflanzen die Pollenkörner so vollkommen erhalten wiedergefunden werden, dafs man ihre Form zuweilen genau wiedererkennen kann. So hat Herr Göppert *) dergleichen wohlerhaltenen urweltlichen Blumenstaub zuerst beschrieben. Man hat die Festigkeit der äufseren Membran gegen Schwefelsäure durch das Durchdrungensein von einer öl- oder wachsartigen Masse erklären wollen, doch ich habe eben dieselbe Eigenschaft an derselben wahrgenommen, nachdem ich die Pollenkörner längere Zeit hindurch in Alkohol und in Aether digerirt hatte.

Diese äufsere Haut ist es, welche wir zunächst einer speciellen Betrachtung unterwerfen müssen, indem durch die vielfachen Verschiedenheiten, welche sie in Hinsicht der Structur ihrer äufseren Oberfläche und der Anzahl der Oeffnungen zeigt, die wesentlichsten Verschiedenheiten der Pollenkörner hervorgehen.

1) Betrachtung der äufseren Membran der Pollenkörner in Hinsicht ihrer Structur.

Die äufsere Membran der Pollenkörner ist bei verschiedenen Pflanzen von verschiedener Färbung und von verschiedener Dicke, bei einigen ist sie fast vollkommen durchsichtig, bei anderen mehr oder weniger undurchsichtig;

---

*) De floribus in statu fossili. Vratislaviae 1837. 4to.

sie wird stets durch eine einfache Zelle dargestellt, und ist also nie aus Zellen zusammengesetzt, was die Beobachtung über die Bildung der Pollenkörner ganz entschieden lehrt, möge das Ansehen derselben im ausgebildeten Zustande auch noch so grofse Aehnlichkeit mit einer aus Zellen zusammengesetzten Membran zeigen. Auch werden wir später die Bildungen genauer kennen lernen, durch welche die scheinbare Zellenbildung der äufseren Membran der Pollenkörner hervorgeht.

In aufserordentlich vielen Fällen, ja wohl bei der gröfseren Zahl von Pflanzen, ist die Oberfläche der äufseren Membran der Pollenkörner ganz glatt, wie z. B. bei Fritillaria imperialis (Fig. 3. Tab. XI.), bei Trillium erectum (Fig. 25. Tab. XI.), Cucumis sativus var. (Fig. 11. Tab. XI.), Oenothera biennis (Fig. 10. Tab. XI.), Clarkia pulchella (Fig. 23—26. Tab. XI.) u. s. w. Bei einer Menge von Pflanzen zeigt diese Pollenhaut auf ihrer äufseren Oberfläche mehr oder weniger zahlreiche Wärzchen, welche theils regelmäfsig, theils unregelmäfsig über der Oberfläche vertheilt sind, bald in kleinen, runden Körnchen bestehen, wie es das Pollenkorn der Fritillaria in Fig. 4. Tab. XI. als Ausnahme zeigt, bald als gröfsere warzenförmige Erhöhungen erscheinen, wie z. B. bei Jatropha panduraefolia, Bauhinia furcata, Styphelia glaucescens u. s. w. Den ersteren Fall kann man durch punktirt, den anderen durch warzig bezeichnen.

Die Wärzchen sind zwar bei verschiedenen Pflanzen ebenfalls verschieden geformt, doch im Allgemeinen sind es ziemlich regelmäfsige cylindrische Körperchen, welche mit dem einen Ende auf der Fläche der äufseren Membran befestigt und senkrecht aufgestellt sind, während das andere freistehende Ende kugelförmig abgestutzt ist; zuweilen sind sie am Ende etwas keulenförmig angeschwollen. In allen Fällen sind es vollkommen solide Massen, denn alle vorhandenen Mittel lassen keine Höhle in denselben wahrnehmen. Die Stellung dieser Wärzchen auf der äufseren Pollenhaut ist wiederum bei verschiedenen Pflanzen sehr

verschieden, bald weitläuftig auseinander stehend, bald ganz dicht neben einander auftretend, so dafs die ganze Fläche gekörnt erscheint. Es ist nicht schwer diese Wärzchen von der Pollenhaut zu trennen und alsdann freiliegend zu beobachten. Mitunter sind nur einzelne Theile der Pollenkörner mit dergleichen Wärzchen bekleidet, während die übrige Fläche entweder nur einzeln stehende Wärzchen zeigt oder eine sogenannte zellige Structur zeigt, wie es Herr Mohl zuerst bei Pancratium beobachtet hat; hier sind nur die beiden Enden des elliptischen Pollenkornes mit jenen senkrecht stehenden Körperchen bekleidet, während der übrige Theil der Fläche mit einem zelligen Netze gezeichnet ist.

Herr Fritzsche hat beobachtet, dafs diese Wärzchen bei einigen Gewächsen durch besondere Vorrichtungen miteinander verbunden sind, wie z. B. bei Beloperone oblongata; hier zeigt sich eine fadenförmige Haut (Band), welche die äufseren Enden verbindet, während zwischen den, gleich Säulchen stehenden Wärzchen, offene Zwischenräume übrig bleiben. Bei einigen Lavateren legt sich eine äufserst zarte hautartige Schleimschicht über die ganze Fläche der dicht stehenden Wärzchen, und bei Chrysanthemum carinatum fand Herr Fritzsche, dafs die, gleich Pallisaden dicht gestellten Wärzchen, auf ihren Enden mit einer ziemlich dicken und gleichmäfsigen Haut bekleidet sind, aus welcher sich wiederum sehr breite zugespitzte Körperchen erheben.

Wenn die Wärzchen auf der Oberfläche der Pollenkörner zerstreut, aber nach einer gewissen Regel gestellt und durch Bänder mit einander verbunden sind, so entsteht dadurch eine Bildung, welche dem Pollenkorne das Ansehen giebt, als wäre es auf seiner Oberfläche aus Zellen zusammengesetzt, und man nannte eine solche äufsere Pollenhaut zellig. Ausgezeichnete Beispiele solcher Pollenkörner mit zelliger Oberhaut findet man auf Tab. XI. Fig. 31., aus Cobaea scandens und in Fig. 12. ebendaselbst von Geranium rotundifolium dargestellt. Obgleich die Zeichnun-

gen auf der Oberfläche des Pollenkornes von Cobaea scandens so höchst eigenthümlich erscheinen, so habe ich doch durch Beobachtung ihrer Bildung, so wie durch mehrere Mifsbildungen sehr bestimmt wahrnehmen können, dafs auch diese Wände, wodurch die Zellen auf jenen Pollenkörnern gebildet werden, nur durch Verwachsung der, ursprünglich getrennt auftretenden cylindrischen Wärzchen entstehen. Erst in der letzteren Arbeit über den Pollen hat Herr Fritzsche meine früheren Angaben, dafs die äufsere Haut solcher Pollenkörner nur eine einfache Zelle und nicht aus Zellen zusammengesetzt ist erkannt, und die Entstehung solcher zellenartiger Bildungen auf den Pollenkörnern der Ruellia formosa ebenfalls durch Verbindung der einzeln stehenden Körner erklärt. Bei dieser Pflanze sind die Körner oder Wärzchen an ihrem unteren Ende kugelförmig verdickt und von einander getrennt, an den oberen Enden sind sie dagegen cylindrisch oder etwas zugespitzt und durch Bänder aneinander gereiht. Aber so wie hier bei der Ruellia formosa und der Cobaea scandens, wo einzelne Pollenkörner noch ganz allein mit den blofsen unverwachsenen Wärzchen auftreten, eben so ist die Entstehung der zellenartigen Structur der äufseren Haut der Pollenkörner in allen Fällen zu erklären.

Die grofsen Verschiedenheiten, welche die Körner und Wärzchen in Hinsicht ihrer Länge und Gröfse aufzuweisen haben, wiederholen sich auch bei deren Verbindungen, wodurch das zellige Ansehen erzeugt wird. Bei einigen Pflanzen, wie z. B. bei vielen Iris- und Lilium-Arten sind die Wände, welche das Netz bilden *) sehr niedrig, bei anderen dagegen, wie z. B. bei Cobaea scandens (Tab. XI. Fig. 31.) sind sie schon bedeutend hoch, aber ganz besonders hoch, gleichsam als flügelartige Ausbreitungen erscheinen sie bei einigen Gruppen der Syngenesisten, z. B. bei den Gattungen Leontodon, Tragopogon, Scorzonera u. s. w.

---

*) Man sehe die Abbildungen eines Theiles der äufseren Pollenhaut von Lilium candidum in Fig. 13. Tab. VI. im ersten Bande dieses Buches.

Zuweilen erscheinen diese Wände als so gleichmäfsige Hervorragungen auf der Oberfläche der Pollenkörner, dafs man ihre Zusammensetzung aus den einzelnen Wärzchen gar nicht erkennt, wie es z. B. ganz gewöhnlich bei den Liliaceen der Fall ist; nach der Betupfung mit concentrirter Schwefelsäure zeigen aber auch diese Wände nicht selten ein Ansehen, als wären sie aus mehr oder weniger regelmäfsig gestellten Körnern zusammengesetzt, ja mitunter wird man Stellen finden, wo diese Körner noch fast ganz getrennt von einander abstehen. Der Bau dieser Wände der zelligen Bildungen ist überaus mannigfaltig, und nur durch lange und vielseitige Beobachtungen mit den vorzüglichsten neueren Instrumenten hinreichend genau zu erkennen; ja für viele Fälle sind selbst die besten Instrumente der neuesten Zeit noch nicht ausreichend. Herrn Fritzsche, der viele Jahre hindurch diesem Gegenstande besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat, verdanken wir eine grofse Reihe der speciellsten Beobachtungen hierüber, welche gröfstentheils durch Abbildungen in der, von der Akademie der Wissenschaften zu Petersburg herausgegebenen Abhandlung dargestellt sind. Im vorliegenden Buche kann ich diesen Gegenstand nur ganz allgemein berühren, auch sind jene mühesamsten Beobachtungen nur von geringen Resultaten für die Wissenschaft begleitet.

Wenn man die Structur der Wände näher kennen lernen will, welche die zellenförmigen Figuren auf der äufseren Haut des Pollens darstellen, so mufs man die Pollenkörner so durchsichtig als möglich zu machen suchen, was durch Digeration in Aether und nachheriger Betüpfung mit concentrirter Schwefelsäure oder mit Terpentinöl am besten gelingt. Nach diesen Vorbereitungen, welche fast immer unumgänglich nöthig sind, hat man die Aufmerksamkeit hauptsächlich auf diejenigen Wände zu richten, welche in der Peripherie des durch Glasplatten leicht zusammengedrückten Pollenkornes gelagert sind. In einigen Fällen, wie z. B. bei der Cobaea scandens wird man be-

merken, dafs die Wände in ihrem Verlaufe von dem einen Zusammenstofsungs-Winkel bis zum anderen an mehreren Stellen feine und regelmäfsig gestellte Unterbrechungen zeigen, welche nämlich zwischen den, ursprünglich isolirt gestellten Wärzchen oder Säulchen befindlich sind, die oben durch besondere Bänder, gleichsam wie die Pfeiler einer Brücke verbunden sind. Tigridia Pavonia, Statice- und Armeria-Arten u. s. w. zeigen diesen Bau mehr oder weniger deutlich. Von dem wirklichen Dasein der Durchbrechungen zwischen den einzelnen Pfeilern wird man sich bei Vergröfserungen, die über das 600fache hinausgehen, und bei Anwendung von Jodine überzeugen können. In einigen Fällen sind die Unterbrechungen nicht vollständig und zwischen den Pfeilern zeigen sich nur verdünnte Stellen. Bei Armeria vulgaris machte Herr Fritzsche zuerst aufmerksam, dafs auf den, die Pfeiler verbindenden Bögen kleine Stacheln gestellt sind, gleichsam wie Bildsäulen, und bei Geranium- und Pelargonium-Arten finden sich auf diesen Bögen warzenförmige Körperchen.

Am auffallendsten zeigen sich jene Wände auf den Pollenkörnern der Cichoraceen; Herr Fritzsche giebt darüber sehr ausführliche, und wie es scheint selbst zu genaue Darstellungen. Hiernach sollen die Wände aus Stacheln bestehen, welche in regelmäfsigen einfachen Reihen gestellt sind und durch eine hautartige Masse verbunden werden; die Wände begrenzen regelmäfsige Flächen, wodurch die Pollenkörner ein krystallinisches Ansehen erhalten. Werden diese Wände auf der Fläche betrachtet, so zeigen die Stacheln einen Centralkanal. Sehr niedlich sind die regelmäfsigen spitzigen Hervorragungen, welche den oberen Rand aller dieser Wände der Pollenkörner der Cichoraceen bekleiden. Die eigentliche Form der Pollenkörner bei den Cichoraceen ist ziemlich kugelrund, aber durch die symmetrische Stellung dieser, aus Stacheln bestehenden Wände, wird die Oberfläche in regelmäfsige 5- und 6-seitige Figuren getheilt, wodurch das Pollenkorn ein krystallähnliches Ansehen erhält, was besonders früher

durch die schwachen Vergröfserungen bei unvollkommener Beleuchtung, als ganz ausgemacht erschien. Herr Fritzsche hat mehrere Formen dieser Pollenart speciell beobachtet; er giebt an für Scorzonera 20 Flächen, und zwar entweder 2 Sechsecke und 18 Fünfecke, oder 8 Sechsecke und 12 Fünfecke. Tragopogon besitzt 17 Flächen, und zwar entweder 5 Sechsecke und 12 Fünfecke, oder 11 Sechsecke und 6 Fünfecke. Bei Scolymus finden sich 15 Flächen, nämlich 3 Sechsecke und 12 Fünfecke. Alle diese Felder, wodurch das Pollenkorn im Ganzen eine krystallinische Figur annimmt, werden also nur durch die Stellung der Wände gebildet, welche auf der Oberfläche der Pollenkörner auftreten, und die oberen und freien Ränder dieser Wände sind mit regelmäfsig geformten stacheligen Hervorragungen besetzt.

Die Pollenkörner mehrerer Pflanzen zeigen auf der Oberfläche ihrer äufseren Haut, äufserst niedlich verlaufende Flechtwerke, welche ebenfalls durch zarte Streifen gebildet werden, die auf der Oberfläche der Membran hervorwachsen. Polemonium coeruleum zeigt diese Bildung sehr schön, doch müssen die Pollenkörner erst mit Aether gereinigt und dann mit concentrirter Schwefelsäure behandelt werden. Herr Fritzsche hat diese Bildung von den Pollenkörnern von Metrodorea nigra, von Gilia tricolor, von Polemonium coeruleum und Collomia grandiflora beobachtet und abgebildet, man kann solche Pollenkörner mit dem Beinamen geadert bezeichnen. Dem Wesentlichen nach grenzt diese Bildung unmittelbar an jene, wo die äufsere Pollenhaut mit einem zellenartigen Netze bekleidet ist, wie bei Iris-Arten u. s. w. auch sind uns ähnliche Bildungen auf der Oberfläche der äufseren Wände der Epidermis-Zellen verschiedener Pflanzen vorgekommen, wo die Querschnitte die Entstehung jener Streifen durch blofse Verdickung nach Aufsen vollständig nachweisen.

Endlich haben wir noch den stacheligten Pollen zu betrachten; derselbe ist gerade nicht vielen Gattungen zukommend. Es zeigen sich auf der Oberfläche der äufseren Haut dieser Pollenkörner mehr oder weniger kleine

und feine Haare oder Stacheln, welche bald ganz haarförmig zugespitzt sind, wie bei der Nymphaea, einer grofsen Zahl von Malvaceen, als bei Alcea rosea, oder mehr spiefsförmig werden, wie bei Cucurbita Pepo (Fig. 32. Tab. XI.). Die Stacheln auf den Pollenkörnern sind selten gedrängt stehend, sondern meistens eben so weitläuftig und regelmäfsig über der Oberfläche zerstreut, wie die gröfseren Wärzchen, von denen früher die Rede war. Ich halte diese Stacheln, ebenso wie jene Wärzchen für nicht hohl, also für solide Gebilde, und der Uebergang der Wärzchen in Stacheln ist nur zu leicht zu beobachten.

Wir haben pag. 139 kennen gelernt, dafs Koelreuter die beiden Häute an den Pollenkörnern zuerst beobachtet hat; in der äufseren und dickeren glaubte er ein, aus Gefäfsähnlichen Fasern bestehendes Netz ausgebreitet zu sehen, welches bei einigen Arten in sechsseitige Fächer abgetheilt wäre; es ist leicht einzusehen, dafs Koelreuter hiemit den Pollen mit sogenannter zelliger Oberfläche meinte, welchen die späteren Botaniker als gebildet aus einer zelligen Membran ansahen, obgleich von Einigen stets behauptet wurde, dafs die Pollenkörner in allen Fällen nur aus einzelnen Zellen gebildet würden. Herr Mohl *) glaubte dagegen beobachtet zu haben, dafs die äufsere Haut bei einigen Pollenkörnern ganz deutlich aus kleinen Zellen zusammengesetzt sei, während andere Pollenarten eine Reihe von Uebergängen von diesem zelligen Baue bis zur scheinbar gleichförmigen Membran zeigen. Die Zusammensetzung der äufseren Pollenhaut aus Zellen glaubte Herr Mohl ganz entschieden bei Tigridia Pavonia, Pancratium, u. s. w. beobachtet zu haben, also in denjenigen Fällen, welche wir weiter oben pag. 151 genauer kennen gelernt haben. Herr Mohl sah hier die einzelnen Maschen jenes zellenartigen Netzes, womit diese Pollenkörner bekleidet sind, für wirkliche Zellen an, ein Fehler, in welchen er nicht verfallen wäre, hätte er die Bildungsgeschichte dieser Pollen-

*) l. c. pag. 15.

körner verfolgt. Es sind gleichsam nur die Seitenwände einer Zellengewebe-ähnlichen Schicht, welche auf der äufseren Haut der Pollenkörner liegen, und demselben das zellige Ansehen geben; Koelreuter hielt diese Seitenwände für gefäfsähnliche Fasern, die ein Netz von mehr oder weniger regelmäfsigen Maschen bildeten, und hiemit deutete er diesen Gegenstand viel richtiger als die Herrn Mohl und Fritzsche. Indessen man blieb auch hiebei noch nicht stehen, sondern man glaubte zu sehen, dafs sich diese Zellen der äufseren Haut in vielen Fällen so sehr verkleineren, dafs man ungewifs bleibt, ob dieselben auch hier noch für Zellen anzusprechen sind, oder ob die Haut nur mit gröfseren Körnern besetzt ist. Herr Mohl glaubt aber annehmen zu können, dafs das körnige Ansehen der Membran davon herrührt, dafs dieselbe aus äufserst kleinen Zellen zusammengesetzt ist, dafs also diese Körner für Zellen zu halten sind, wenn auch die Instrumente noch zu unvollkommen sind, um dieses nachweisen zu können. Bei einigen Pollenarten, als bei Pitcairnia latifolia seien sogar wirkliche Uebergänge von einer dieser Bildungen in die andere zu finden, was also noch mehr dafür spreche; die Mitte des Pollenkornes dieser Pflanze sei deutlich zellig, während die Enden körnig sind. Eine schwer zu lösende Frage, sagt Herr Mohl, ist es hingegen, ob die Annahme von dem Vorhandensein sehr kleiner Zellen auch noch dann erlaubt ist, wenn die äufsere Haut nicht mehr einer grobkörnigen Membran gleicht, sondern eine gleichförmige mit sehr kleinen Punkten dicht besetzte Fläche darstellt, welches Verhältnifs ohne allen Vergleich häufiger vorkommt, als wirkliche cellulöse Bildung der äufseren Haut.

Diese äufsere Haut der Pollenkörner besteht aber nach Herrn Mohl nicht nur aus Zellen von verschiedener Gröfse oder aus zellenähnlichen Körnern, sondern auch aus einer gleichförmigen, halbgelatinösen Masse, welche jene Körner zu einer Membran verbindet, und demnach seien die Häute der Pollenkörner nicht mit einfachen Zellen, sondern mit den Eyhäuten zu vergleichen. Die gelatinöse

Substanz, durch welche die angeblichen Zellen und zellenähnlichen Körner mit einander verbunden sein sollten, wurde später eine Intercellular-Substanz genannt. Schon im ersten Theile dieses Buches pag. 163 habe ich mich gegen diese Lehre von der Zusammensetzung der äufseren Membran der Pollenkörner aus Zellen und Intercellular-Substanz weitläuftig ausgesprochen, und durch den Besitz eines ausgezeichneten neueren Mikroskopes bin ich in den Stand gesetzt, die Gründe, welche Herr Mohl für seine Ansicht aufgestellt hat, als nicht richtig nachzuweisen. Weder die Körner noch die Stacheln, mögen sie noch so klein oder noch so grofs sein, sind als Zellen zu betrachten, und über die wahre Structur der sogenannten zelligen Pollenkörner, habe ich im Vorhergehenden ausführlich gesprochen. Die äufsere Haut der Pollenkörner ist eine, mehr oder weniger dicke und feste einfache Membran, und alle jene Bildungen, welche wir vorhin kennen gelernt haben, entstehen auf der äufseren Oberfläche dieser Membran.

2) Betrachtung der äufseren Membran der Pollenkörner in Hinsicht der Oeffnungen, durch welche die innere Substanz hinaustreten kann.

Die Bildungsgeschichte des Pollens lehrte, dafs die Pollenkörner zuerst als einfache Zellen auftreten, und dafs an den Wänden dieser Zellen durchaus keine Spur von Oeffnungen zu bemerken sind, welche im ausgebildeten Zustande der Pollenkörner mehr oder weniger deutlich auftreten. Wir wollen zuerst diese Oeffnungen, welche die ausgebildeten Pollenkörner zeigen, sowohl in Hinsicht ihrer Anzahl, als ihrer Form oder sonstiger Modificationen im Allgemeinen betrachten, und dann die Bildung derselben für einzelne Fälle speciell verfolgen.

Bei Pollenkörnern mit einfacher Haut sind keine

Oeffnungen beobachtet worden, und aus der Form dieser Pollenkörner bei Zostera geht auch hervor, dafs ihre Membran nicht aufspringt, sondern sich unmittelbar selbst in einen Pollenschlauch verwandelt. Die Pollenkörner der Ruppia maritima sind durch Herrn Fritzsche beobachtet; sie besitzen zwei Häute, aber in der äufseren Haut derselben hat man keine Oeffnungen wahrnehmen können, was also noch künftigen Beobachtern dieser interessanten Pflanze zu untersuchen übrig geblieben ist.

Die äufsere Haut der Pollenkörner öffnet sich entweder durch Spalten, oder durch mehr oder weniger runde Löcher, sogenannte Poren; die Spalten begreift Herr Mohl unter seine scheinbaren Oeffnungen der äufseren Haut, und sie führen bei ihm im Allgemeinen den Namen der Falten. Diese Falten sind auf den Pollenkörnern verschiedener Pflanzen verschieden lang; sie treten bei den Monocotyledonen fast ganz allgemein auf, und verlaufen an diesen, fast immer, mehr oder weniger ellipsoidischen Formen von der einen Spitze bis zur anderen Spitze, und zwar parallel der Längenachse des Pollenkornes. Wenn man den ausgestreueten Pollen der Liliaceen und ähnlicher Pflanzen im trockenen Zustande untersucht, so wird man beobachten, dafs die einzelnen Körner sehr länglich gezogen ellipsoidisch geformt, und auf der einen Seite mit einer tiefen Furche versehen sind, welche der Länge nach von einem Ende zum anderen verläuft. Je länger diese Pollenkörner der trockenen Luft ausgesetzt sind, um so stärker wird die Furche, was durch die Verdunstung des Inhaltes der Körner zu erklären ist, ja untersucht man diesen Pollen einige Zeit vor dem Aufspringen der Antheren, so findet man die Pollenkörner strotzend gefüllt und ohne Furche, doch zeigt sich durch besondere Bildung in der Organisation der äufseren Haut ein Längenstreifen, welcher die Stelle andeutet, in welcher das Pollenkorn später aufspringt. Wenn man den von der Anthere ausgestreueten Pollen mit Furchen unter Wasser untersucht, so wird man bemerken, dafs mit dem Einsaugen des Wassers die

Pollenkörner anschwellen, dabei an Breite zunehmen, aber an Länge abnehmen, und dafs die Furchen zugleich immer mehr und mehr verschwinden; ja man sieht dabei, dafs die Furche durch eine Einfaltung der Pollenhaut entstanden war, welche sich wieder ausgleicht, sobald das Pollenkorn mit der nöthigen Feuchtigkeit gefüllt wird. Der Längenstreifen, welcher im Grunde der Furche verläuft, kommt unter diesen Verhältnissen wieder zur deutlichen Ansicht, ja wenn das Pollenkorn die hinreichende Menge Wasser eingesaugt hat, öffnet sich derselbe als eine Spalte, und dann kann man sehr deutlich sehen, dafs die Ränder dieser Spalte eine, von der übrigen Fläche der äufseren Pollenhaut verschiedene Structur zeigen. Die Ränder der äufseren Haut, welche unmittelbar die Spalte bilden, sind im Allgemeinen viel dicker und fester, als der übrige Theil der äufseren Haut. War die äufsere Pollenhaut von zelliger Textur, so bemerkt man, dafs diese zellenartigen Maschen in der Nähe der Ränder immer kleiner und kleiner werden, dafs dagegen die Zwischenwände, welche jene Maschen bilden, immer dichter und dichter zusammenlaufend erscheinen, so dafs zuletzt der ganze Rand mit eben derselben Substanz überzogen ist, welche in der übrigen Fläche des Pollenkornes die Wände bildet, wie ich dieses in Fig. 13. Tab. VI. von dem Pollenkorne der weifsen Lilie und in Fig. 14 und 15. Tab. VI. von Amaryllis Reginae abgebildet habe. ab in Fig. 13. ist daselbst der Rand einer geöffneten Spalte; die dunkelere, im natürlichen Zustande etwas gelblich erscheinende Masse, welche diesen Rand bekleidet, setzt sich unmittelbar in das Netz fort, welches die Fläche der Membran abcdef bekleidet, und dessen Maschen g, g, g, g, m u. s. w. dem Ganzen ein zelliges Ansehen geben. Aehnlich verhält es sich in der Abbildung von Fig. 15. Tab. VI. des ersten Bandes. Nehmen wir an, dafs die äufsere Haut der Pollenkörner durch diese eigenthümliche Organisation an verschiedenen Stellen verschieden hygroskopisch ist, wozu uns die Analogie vollkommen berechtigt, so werden wir die Bildung

der Furche und deren Ausgleichung nach Einsaugung von Wasser ganz erklärlich finden. Herr Fritzsche *) hat in einer Abbildung des ganzen Pollenkornes der weifsen Lilie, den Unterschied in der Structur der Spaltenränder und derjenigen des übrigen Theiles der äufseren Haut sehr gut hervorgehoben. Herr Mohl hat früher die Ansicht ausgesprochen, als wären diese Spalten durch eine, mehr gelatinöse, als membranöse Haut verschlossen, welche der gewaltsamen Ausdehnung durch Einsaugung des Wassers nicht widerstehen könne und defshalb zerreifsen müsse; die neuesten Mikroskope zeigen indessen nichts von jener angeblichen Haut, sondern man sieht, dafs das Pollenkorn in dem Verlaufe der Linie, welche die künftige Spalte andeutet aufspringt, und dafs zur Oeffnung dieser Spalte die natürlichen Verhältnisse allein hinreichend sind; denn unter den ausgestreueten Pollenkörnern, welche man unter Oel untersucht, wird man gar nicht selten einzelne finden, deren Spalte schon etwas geöffnet ist, so dafs die innere Haut zum Vorschein kommt. Läfst man die mit Furchen versehenen Pollenkörner von Iris- oder Lilium-Arten längere Zeit in Wasser liegen, so öffnet sich die Spalte durch das Aufschwellen der inneren Pollenhaut so stark, dafs letztere als eine grofse durchsichtige Blase mehr oder weniger stark zur Spalte hinaustritt, und durch den Einflufs der stigmatischen Feuchtigkeit in Pollenschläuche auswächst. Bei der Feuerlilie habe ich mehrmals gesehen, dafs diese innere Haut an jedem Ende der Spalte der äufseren Haut als ein Pollenschlauch hervortrat.

Bei der gröfsten Zahl von Monocotyledonen besitzen die Pollenkörner nur eine Spalte; Herr Mohl hat dagegen in seiner speciellen Arbeit über den Pollen auch mehrere Pflanzen aufgeführt, bei denen er zwei symmetrisch gegenüberliegende Falten oder Spalten beobachtet hat. Sehr ausgezeichnet findet sich dieser Bau bei Tigridia Pavonia, wo die Pollenkörner durch Einsaugung von Wasser und

---

*) Ueber den Pollen. Tab. VIII. Fig. 4.

Ausdehnung der Spalten fast vollkommen kugelförmig werden, wobei die Spalten beinahe zu vollkommen runden Oeffnungen umgestaltet erscheinen. Cypripedium Calceolus, Calycanthus floridus und viele andere Pflanzen zeigen diese doppelten Spalten an ihren Pollenkörnern. Bei Agave lurida fand Herr Mohl zwei, dicht neben einander liegende, nur durch einen ziemlich schmalen Streifen getrennte Falten.

Das Vorkommen dreier symmetrisch gestellter Längenspalten ist bei den Pollenkörnern der Dicotyledonen fast eben so allgemein, wie das Vorkommen einzelner Spalten bei den Monocotyledonen. Im trockenen Zustande zeigen jene Pollenkörner drei Längenfurchen, doch sind diese Furchen weder so lang noch so tief, als in den grofsen Pollenkörnern der Monocotyledonen mit einer Furche. Durch Einsaugen von Wasser schwellen diese Pollenkörner in ihrem Aequator bedeutender, als in der Längenachse an; die Spalten öffnen sich, so dafs die innere Haut hervortritt, und sich in mehr oder weniger breiten und ganz durchsichtigen Streifen zwischen den gefärbten Streifen der äufseren Haut darstellt, wodurch ein solches Pollenkorn ein sehr niedliches und symmetrisches Ansehen erhält, wie es z. B. bei den Cruciferen ganz allgemein vorkommt; auch Plumbago capensis zeigt eine sehr niedliche Form, wo die äufsere Haut mit einzeln stehenden Warzen bedeckt ist, wie es auch Herr Fritzsche *) abgebildet hat. Bei einigen Pflanzen schwellen diese Pollenkörner durch den Einflufs des Wassers so bedeutend in ihrem Aequator an, dafs dadurch einmal die Längenachse ganz verkürzt wird, und die Pollenkörner dabei ein linsenförmiges Ansehen erhalten. Häufig erhalten diese Pollenkörner nach dem Oeffnen der Spalten und dem Hervortreten der inneren Membran eine mehr kantige Form; wenn man sie von Oben betrachtet, nämlich so, dafs das Ende der einen ihrer Achsen gerade im Mittelpunkte liegt, so zeigt der

*) l. c. Tab. V. Fig. 2.

Aequator eine mehr oder weniger dreieckige Figur, deren Seitenwände durch convexe Linien dargestellt werden, wie z. B. bei dem Pollen von Convolvulus tricolor.

Eine interessante Pollenform mit drei Längenfurchen zeigt Geissomera longiflora; die Pollenkörner haben die Form dreiseitiger Prismen mit geraden Endflächen, dessen Ecken und Kanten abgerundet sind. Auf jeder Seitenfläche zeigen diese Prismen eine Längenspalte, welche genau parallel der Längenachse verläuft und sich bis auf die Grundflächen, über die Endkanten hinaus erstreckt.

Nach Herrn Mohl findet man zuweilen Pollenkörner mit vier Falten, welche als Regel nur drei Falten besitzen, ebenso wie ich nicht selten gefunden habe, dafs einzelne Pollenkörner mit drei Poren, als von Corylus, Cucumis, Campanula u. s. w. auch zuweilen mit vier Poren auftreten. Regelmäfsig zeigen die Pollenkörner von Sideritis scordioides, Cedrela odorata und A. m. vier Längenfurchen. Bei einem Theile der Labiaten beobachtete Hr. M. die Pollenkörner mit sechs Längenfalten, als bei Salvia glutinosa, splendens, Satureja rupestris, Thymus Serpyllum. Eine noch gröfsere Anzahl von Längenfalten ist ebenfalls von Hr. M. zuerst beobachtet worden, doch ist hierin keine solche Regelmäfsigkeit zu beobachten, wie in den früheren Fällen; die Zahl der Falten wechselt hier nicht nur bei verschiedenen Arten derselben Gattung, sondern selbst bei den Pollenkörnern einer und derselben Pflanze. Im trockenen Zustande zeigen diese Pollenkörner mehr oder weniger deutliche Furchen, sie schwellen im Wasser kugelförmig an und die Furchen wandeln sich in Spalten um, welche die hervortretende innere Haut zeigen. Die Pollenkörner verschiedener Rubiaceen zeigen eine sehr grofse Zahl von Spalten, so z. B. Galium Mollugo 8, Sherardia arvensis 9—10 und Crucianella latifolia 12—13.

Bei Polygonum amphibium beobachtete Herr Fritzsche ebenfalls eine sehr grofse Zahl von Spalten, welche jedoch so kurz sind, dafs sie füglich den Namen der ovalen Poren führen könnten. Die Form dieses Pollens besteht aus

zwölf regelmäfsig fünfeckigen Feldern, deren jedes durch fünf regelmäfsige, den gröfsten Theil der Seiten einnehmende Spalten so umgeben ist, dafs die Felder nur an den Ecken zusammenhängen.

Die Pollenkörner der dicotyledonischen Gewächse öffnen sich fast ganz allgemein durch Poren, so wie den monocotyledonischen Pflanzen Pollenkörner mit Spalten zukamen. Diese Poren finden sich an ausgebildeten Pollenkörnern in der äufseren und in der mittleren Pollenhaut, und zeigen in Hinsicht ihrer Gröfse, Lage, Anzahl und Form die mannigfaltigsten Verschiedenheiten; die innere Haut dringt in Form von Schläuchen zu diesen Poren hinaus und führt die befruchtende Substanz zu den Eychen hin. Man erkennt die Poren durch ringförmige Zeichnungen, welche auf der äufseren Haut der Pollenkörner mehr oder weniger deutlich zu sehen sind; bei den meisten Pflanzen, wo Poren vorkommen, da sind dieselben im ausgebildeten Zustande des Pollens ganz vollkommen offen, und wenn durch Einsaugung von Wasser die innere Membran in Form von Schläuchen hervortritt, so kann man mit guten Instrumenten wahrnehmen, dafs hiebei keine, auch nicht die feinste Membran zerrissen wird, womit man die Poren überzogen zu sehen geglaubt hat. Die Ränder des Ringes, welche den Anfang der Poren andeuten, sind gewöhnlich durch eine Verdickung der äufseren Membran ausgezeichnet, und mit dem Auftreten dieser Verdickung erfolgt auch die Resorbtion der Membran, welche das Innere des sich bildenden Ringes ausfüllte. Herr Mohl konnte bei seinen Untersuchungen des Pollens noch nicht zur Entscheidung der Frage gelangen, ob diese Poren der äufseren Pollenhaut wirkliche Oeffnungen sind, oder ob sie, wie die Poren des Zellengewebes, dadurch gebildet werden, dafs an diesen Stellen die äufsere Haut blofs verdünnt ist. Es wurde die äufsere Pollenhaut von verschiedenen Pflanzen abgezogen und für sich allein untersucht, wobei sich Herr Mohl überzeugte, dafs die Poren von einer dünnen Haut verschlossen waren; auch

ich stimme hierin für viele Fälle bei, und glaube mich überzeugt zu haben, dafs die Bildung der wirklichen Oeffnungen, welche die Pollenkörner vieler Pflanzen ganz entschieden zeigen, auf solche Weise ausgeführt wird, dafs nämlich die Membran an denjenigen Stellen, wo die Poren erscheinen, allmälig immer mehr und mehr verdünnt und zuletzt ganz resorbirt wird. Wir kennen gegenwärtig eine Menge von Fällen, wo auch die Poren oder Tüpfel auf den Zellenwänden und auf den Wänden der metamorphosirten Spiralröhren ebenfalls als wirkliche Oeffnungen erscheinen, obgleich sie durchschnittlich nur verdünnte Stellen der Membran sind. Ebenso verhält es sich auch mit den Poren der äufseren Haut der Pollenkörner; ich habe an den Pollen der Oenotheren und der Gurke diesen Gegenstand mit aller Aufmerksamkeit zu beobachten gesucht und ganz bestimmt gefunden, dafs sich die äufsere Membran an denjenigen Stellen, wo sie später durchbrochen wird, allmälig immer mehr und mehr verdünnt und endlich, wenn das Hervortreten der inneren Membran beginnt, gänzlich verschwindet, doch kann man niemals sehen, dafs die äufsere Membran in Form von Lappen zerreifst und umherhängt, was allerdings wohl geschehen müfste, wenn von derselben bei dem Hervordringen der inneren Haut noch eine Spur vorhanden wäre.

Bei einer grofsen Reihe von Pflanzen öffnen sich die Pollenkörner durch runde Löcher, welche mit einem Deckel versehen sind, der erst bei dem Hervortreten der inneren Masse des Kernes abgesprengt wird. So wie die Gröfse dieser Poren an den Pollenkörnern verschiedener Pflanzen so äufserst verschieden ist, so denn auch die Gröfse der Deckel, worüber wir umständlicher bei der Aufführung specieller Fälle berichten werden.

Die Poren der äufseren Haut der Pollenkörner liegen entweder in der glatten Oberfläche, wie z. B. bei Campanula, oder sie liegen in besonderen Vertiefungen derselben, wie z. B. bei Geranium rotundifolium (Fig. 12. Tab. XI.), oder auch in der Mitte von Spalten, welche sich bei dem

Anschwellen der Pollenkörner in Wasser mehr oder weniger ausgleichen. Bei den Pollenkörnern mit Poren sind die Formveränderungen durch die verschiedenen Grade ihres Feuchtigkeitszustandes nicht sehr grofs, ja die meisten schwellen nur etwas stärker an, behalten aber in allen Zuständen ihre Form. Durch Einsaugung der Feuchtigkeit schwillt die innere Membran an und dehnt sich in Form von Wärzchen durch die Poren hindurch oder zerreifst und läfst den Inhalt des Pollenkornes hinaustreten.

Pollenkörner mit einer Pore finden sich ganz allgemein bei den Gräsern, wo sie eyförmig gestaltet sind, und die äufsere Haut nach Hrn. Mohl punktirt oder sehr feinkörnig erscheint; an derjenigen Stelle aber, welche später als Oeffnung auftritt, fehlen die Körner, und zwar kommen sie daselbst nie zur Ausbildung. Specielle Untersuchungen über diesen Gegenstand zeigten mir, dafs die Oberfläche dieser Pollenkörner ganz vollkommen glatt und ohne alle Pünktchen und Körnchen ist; das punktirte Ansehen aber, welches sie bei schwachen Vergröfserungen zeigen, geht dadurch hervor, dafs die inneren gekörnten Massen durch die äufsere Membran hindurchscheinen. Die Pore erscheint an dem einen Ende des Pollenkornes und zwar zur Seite liegend, etwa $\frac{1}{4}$ des ganzen Umfanges von dem Pole entfernt; sie zeigt einen niedlichen Hof, welcher durch Verdickung des Randes der Membran hervorgebracht wird, aber auch hier kann man nicht mit Bestimmtheit sagen, ob die Pore geschlossen oder vollkommen geöffnet ist, worauf es jedoch, wie wir es schon früher angedeutet haben, sehr wenig ankommt. Eben denselben einfachen Bau fand Hr. Mohl in mehreren sehr vollkommenen Pflanzen, als bei Cecropia peltata und Anona und jeder Beobachter wird ähnliche Fälle kennen gelernt haben, welche so höchst auffallende Beweise liefern, dafs die Form und die Structur der Pollenkörner mit dem Grade der Entwickelung der Pflanzen-Gattung in keinem abhängigen Verhältnisse steht, woraus man schon im Allgemeinen zu der Ansicht gelangen könnte, dafs die vielfachen Verschieden-

heiten in der Form und der Structur der Pollenkörner sehr unwesentliche Erscheinungen sind; ja nicht einmal zur Bestimmung von Familien und Gattungen sind dieselben zu gebrauchen.

Bei den Cyperaceen sind die Pollenkörner schon etwas zusammengesetzter; der Rand der Pore ist gewöhnlich etwas verdickt, ja selbst wulstig, wie in Form einer Warze über die Oberfläche hervorstehend, und aufserdem zeigen sie noch vertiefte Streifen in mannigfaltiger Form und Richtung.

Einige Pflanzen zeigen Pollenkörner mit zwei Poren, diese sind meistens von ellipsoidischer Form und besitzen die Poren an ihren Enden, wie z. B. bei Colchicum autumnale, oder die Poren sitzen in der Mitte zweier entgegengesetzter Längenfurchen.

Am häufigsten treten die Pollenkörner mit drei Poren auf, welche in dem Aequator derselben symmetrisch gestellt sind. Diese Pollenkörner mit drei Poren sind gewöhnlich kugelförmig oder ellipsoidisch; bei vielen Pflanzen sind diese Formen in ihrer Achse linsenförmig zusammengedrückt, und dann erscheint ihr gröfster Kreis (Aequator) als ein sphärisches, gleichseitiges Dreieck, dessen Ecken entweder abgestutzt, eingebogen oder mehr oder weniger stark warzenförmig ausgewachsen sind. Bei eyförmigen Pollenkörnern sind mitunter drei symmetrisch gestellte Längenfurchen vorhanden, in deren Mitte die Poren liegen und erst bei dem Anschwellen im Wasser zum Vorschein kommen. Fig. 30. Tab. XI. giebt eine Darstellung eines Pollenkornes von Campanula Medium; a, b und c sind die drei im Aequator liegenden Poren der äufseren Haut, deren Ränder etwas verdickt sind und einen schmalen Hof zeigen. In Fig. 29. ist ein weniger vollkommen ausgebildetes Pollenkorn eben derselben Pflanze dargestellt; es ist kleiner, hat nur wenig Inhalt und die innere Haut ist an den Stellen der Poren so weit nach Innen eingezogen, dafs dadurch die Höfe dd, dd um die Poren a, b und c entstehen, welche Hr. Fritzsche ihrer Ursache nach

ganz verkannt und sie für sogenannte Zwischenkörper ausgegeben hat. In Fig. 30. ist eine Menge des Inhaltes in die ausgetretenen Pollenschläuche gedrungen, und dadurch hat sich die innere Haut bei de, fg und hi von dem inneren Umfange der äufseren Haut getrennt. Bei Corylus Avellana, wovon die Pollenkörner in Fig. 1. u. 2. Tab. XI. abgebildet sind, liegen die Poren in den Ecken der linsenförmig zusammengedrückten Membran; die Vertiefungen a, a, a zeigen die Poren. In Fig. 2. ist die innere Haut, ähnlich wie bei Campanula Medium in Fig. 29., von den Poren der äufseren Haut zurückgezogen, was sich in diesem Falle, wo das Pollenkorn mehr linsenförmig zusammengedrückt ist, weit auffallender markirt. Die Pollenkörner der Gurke sind ziemlich ähnlich den vorigen gestaltet, doch wenn sie im Wasser liegen, so treten im Aequator derselben drei Wärzchen hervor, welche sich öffnen und die Pollenschläuche hervortreten lassen, wie es in Fig. 11. Tab. XI. dargestellt ist. Das Pollenkorn von Geranium rotundifolium in Fig. 12. Tab. XI. zeigt dagegen drei gröfsere Einbuchtungen, in deren Grunde sich die Poren befinden, durch welche die innere Membran hervortritt, und diese Form tritt häufig auf, sie kommt einer sehr grofsen Anzahl von Gattungen aus der Familie der Syngenesisten zu, deren Pollenkörner man mit drei Furchen bezeichnet hat; ich finde an diesen Pflanzen nicht Furchen, sondern nur Vertiefungen, aus welchen dann die innere Haut hervortritt; besonders schön ist es bei den Pflanzen mit Pollenkörnern, welche jene niedlichen Bildungen von gestachelten zellenartigen Wänden zeigen, zu sehen, worüber pag. 152 die Rede war. Am ausgezeichnetsten sind dagegen die interessanten Pollenformen, welche die Gattungen Oenothera und Clarkia zeigen, welche sich in den Figuren 18. u. 23. Tab. XI. abgebildet finden. Wir haben schon früher kennen gelernt, dafs diese Pollenkörner ganz entschieden drei besondere Membranen aufzuweisen haben, und gerade dadurch wird das Ansehen dieser Pollenkörner so höchst merkwürdig. Die Figuren 13., 14., 15. und 19.

zeigen die allmäligen Veränderungen, durch welche aus den einfachen sphärischen Zellen, wie in Fig. 13., eine so merkwürdige Bildung, wie jene in Fig. 19., hervorgehen kann. In einem sehr frühen Zustande der Blüthenknospe der Oenothera zeigen sich die Pollenkörner als einfache sphärische Zellen, welche mit einer gleichmäfsigen, etwas fein gekörnten Masse gefüllt sind; bei allmäliger Vergröfserung erhalten die in der Mutterzelle eingeschlossenen Pollenkörner durch gegenseitigen Druck ein mehr kantiges Ansehen, und es bildet sich auf der inneren Fläche der ersteren Haut eine zweite, was schon in Fig. 14. zu sehen ist. In einem etwas späteren Zustande wird die Pollenzelle linsenförmig und ihre Ecken, welche schon in Fig. 14. angedeutet waren, wachsen zu niedlichen Wärzchen aus, wie es in Fig. 15. dargestellt ist, wobei aber noch die innere Haut an den Stellen der warzenförmigen Auswüchse zurückgezogen ist. Etwas später drängt sich auch diese innere Haut in die Auswüchse hinein und verdickt sich in denselben in so ausgezeichneter Weise, wie es die Abbildungen in Fig. 18. und 19. zeigen, und dann erst, nicht lange vor der vollkommenen Ausbildung des Pollenkornes, entsteht die innere Haut des Pollenkornes. In Fig. 19. ist eine der warzenförmigen Hervorragungen freiliegend dargestellt; ab ist die äufsere Membran, welche bis cd verläuft und keine besondere Verdickung zeigt; ef ist dagegen die mittlere Haut, welche an der Basis besonders stark verdickt ist und meistens ein unregelmäfsig streifiges Ansehen zeigt, wie in g, diese mittlere Membran verläuft nur bis ik, und durch die Röhre beider drängt sich die innere Membran in Form des Schlauches h hervor. In Fig. 18. ist ein reifes Pollenkorn vollständig dargestellt, wobei die eine Warze a noch beide Membranen, die äufsere und die mittlere vollständig erhalten zeigt; in der Warze b zeigt sich schon die Resorbtion dieser Warze an der Spitze und in der Warze c ist die äufsere Haut ef noch vollständig erhalten, die mittlere in d hat sich durch Verdunstung des Inhaltes etwas zurückgezogen, doch nachdem

das Pollenkorn einige Zeit hindurch im Wasser lag, drängte sich die mittlere Membran ebenfalls hervor und dehnte sich mit der äufseren bis zur Linie g aus. Erst nach dem Oeffnen dieser Membranen an den Spitzen der warzigen Hervorragungen, zieht sich die mittlere Membran etwas zurück, wie es in Fig. 19. zu sehen ist.

Die Pollenkörner von Lagerstroemia indica beobachtete H. Mohl mit drei erhabenen Leisten versehen, welche an den Polen zusammenfliefsen und die Oberfläche in drei Felder theilen, in deren Mitte jedesmal eine, mit einem Hofe versehene Pore befindlich ist. Bei den Pollenkörnern der Dipsaceen, welche ziemlich kugelrund sind, finden sich ebenfalls drei Poren, welche mit einem Deckel versehen sind; tritt die innere Membran hervor, so wird der Deckel abgeworfen, und beobachtet man die Bildung dieser Pollenkörner aus der frühesten Zeit, so erkennt man mit aller Bestimmtheit, dafs der Deckel nichts weiter, als ein regelmäfsig ausgesprungenes Stück der äufseren Membran des Pollenkornes ist, welches gewöhnlich mit eben demselben Ueberzuge, sowohl mit Stacheln als mit Zellen u. s. w., versehen ist, den die übrige Fläche des Pollenkornes zeigt. Die ausführlichere Auseinandersetzung dieses Gegenstandes kann ich jedoch erst etwas später geben.

Pollenkörner mit vier Poren, zeigen dieselben entweder in ihrem Aequator, wie z. B. der Pollen von Ruellia barlerioides (Fig. 28. Tab. XI.), oder an verschiedenen anderen Punkten der Oberfläche, wie dieses z. B. bei der Balsamine der Fall ist. Pollenkörner mit fünf Poren, welche ähnlich im Aequator gelagert sind, wie bei der Haselnufs (Fig. 1. und 2. Tab. XI.), findet man bei Alnus glutinosa. Collomia linearis zeigt neun Poren.

Häufig kommen Pollenkörner mit einer gröfseren Anzahl von Poren vor, welche auf der Oberfläche des, meistens kugelförmig gestalteten Kornes mehr oder weniger regelmäfsig vertheilt sind. Bei Corydalis capreolata fand Herr Mohl zwölf Poren, wovon sechs im Aequator und drei auf jeder Hemisphäre in der Weise vertheilt liegen,

dafs die drei der oberen Hemisphäre mit den drei der unteren alterniren. Bei Buchholzia maritima und Alternanthera Achyrantha zeigen die Pollenkörner die Form eines Pentagonaldodecaëders, und jede Fläche hat in ihrer Mitte eine Pore; ähnlich zeigt es Alsine media. Bei den kugelförmigen Pollenkörnern mit zelligem Ueberzuge treten die Poren sehr häufig in der Art auf, dafs die Membran gerade in der Mitte einer solchen scheinbaren Zelle eine Oeffnung hat, und zwar findet man bei Ipomoea purpurea und I. varia, wo noch ein ganz besonders interessanter Bau vorkommt, jedes Fach dieses Ueberzuges mit einer Oeffnung versehen, während bei anderen Pflanzen die Oeffnungen mehr oder weniger regelmäfsig so vertheilt sind, dafs zwischen den Fächern mit Oeffnungen wieder andere ohne Oeffnungen auftreten. Sehr schön zeigt sich ein solcher Fall an dem Pollenkorn von Cobaea scandens, welches in Fig. 31. Tab. XI. dargestellt ist. In solchen Fällen ist die Zahl der Poren nach der Gröfse des Pollenkornes bei einer und derselben Pflanze recht sehr verschieden, ja man kann Pollenkörner mit zwanzig und andere mit dreifsig Poren in einer und derselben Anthere finden.

Endlich ist noch auf diejenigen Fälle aufmerksam zu machen, wo die äufsere Haut mit einer gewissen Anzahl von Falten und Poren versehen ist; hier sind nämlich einige Falten mit Poren und andere ohne Poren versehen. Chiconia baccifera, Barleria longifolia und A. m. zeigen solche Formen.

Bei den Pollenkörnern, deren Poren mit Deckel versehen sind, zeigen sich mehrere sehr bemerkenswerthe Erscheinungen, auf welche meistens schon Hr. Mohl aufmerksam gemacht, während Hr. Fritzsche einzelne Fälle noch specieller untersucht hat. Wir haben schon im Vorhergehenden kennen gelernt, dafs der Deckel, welcher die Pore schliefst, ebenfalls ein Stück der äufseren Pollenhaut ist, welches sich zu einer gewissen Zeit ablöst. In einigen Fällen, wie z. B. bei dem Kürbisse, tritt die äufsere Haut

an verschiedenen Stellen der Oberfläche in warzenförmigen Erhöhungen hervor und die Spitzen dieser Warzen tragen die Deckel, wie es die Abbildungen in Fig. 32. Tab. XI. darstellen. In anderen Fällen werden die Deckel, welche sich aus der äufseren Haut trennen, sehr grofs, so dafs schon 3 bis 4 dergleichen den gröfsten Theil der Oberfläche des Pollenkornes einnehmen; Herr Mohl entdeckte diesen Bau bei der Gattung Passiflora. Zwei Deckel kommen bei Passiflora filamentosa sehr häufig vor, vielleicht noch häufiger als drei, und Passiflora incarnata zeigt 6 Deckel. Jeder der Deckel auf den Pollenkörnern der Passifloren ist mit einem Saume eingefafst, dessen Textur mehr fest aber gleichmäfsig ist, während der übrige Theil der Oberfläche wie gewöhnlich bei diesen Pflanzen eine zellenartige Textur zeigt; durch diese glatten und bandförmigen Säume, welche die grofsen Deckel umfassen, erhalten die Pollenkörner der Passifloren das interessanteste Ansehen, welches noch auf mannigfache Weise modificirt wird. Bei einigen Arten dieser Gattung, welche keinen Deckel zeigen, sind kleinere Poren vorhanden.

Die Pollenkörner der Commelina coelestis zeigen nach Herrn Fritzsche's Angabe nur einen einzelnen Deckel, der aber von solcher Gröfse ist, dafs er fast den dritten Theil der ganzen Fläche einnimmt, elliptisch gestaltet ist und auch durch dunkelere Färbung von dem übrigen Theile der äufseren Haut unterschieden ist. Eine genauere Beobachtung zeigte mir jedoch, dafs die Pollenkörner der Commelina aus drei Membranen gebildet werden, von denen die mittlere äufserst hygroskopisch ist und besonders bei der Behandlung mit verdünnter Säure zu einer bedeutenden Dicke anschwillt, ähnlich wie bei Taxus, dadurch aber wird die äufsere, mit kleinen, eigenthümlich geformten Stacheln bekleidete Haut zerrissen, und durch das gelindeste Rollen zwischen Glasplatten kann man dieselbe vollständig von der mittleren Haut trennen. Nach der Trennung bemerkt man aber, dafs diese äufsere Haut ganz überaus zart ist und nur an dem concaven Rande des Pol-

lenkornes (c Fig. 34. Tab. XI.) einige Festigkeit zeigt, so dafs sich dieser Theil, nach dem Zerreifsen der Membran, mehr oder weniger regelmäfsig von dem Ganzen trennt, und sich durch seine dickere, etwas gelblich gefärbte Substanz von dem übrigen Theile der Membran unterscheidet. Aber keineswegs kann man dieses Hautstück als einen besonderen Deckel ansehen, auch bemerke ich nichts von der Regelmäfsigkeit in Form und Farbe, welche Herr Fritzsche davon abgebildet hat.

Bei Sowerbaea juncea kommt dagegen der Fall vor, dafs die ganze äufsere Pollenhaut in zwei kahnförmige Hälften zerfällt und sich ablöst wenn die Pollenkörner in Wasser gelegt werden. Auch bei der Gattung Thunbergia kommt etwas Aehnliches vor, nur sind hier die einzelnen Hälften der äufseren Haut bandförmig und winden sich spiralförmig um das ganze Korn, lassen sich aber leicht von einander trennen.

Obgleich ich im Vorhergehenden nur in aller Kürze die wichtigsten Verschiedenheiten aufgeführt habe, welche die Pollenkörner in Hinsicht der Anzahl und der Structur ihrer Häute aufzuweisen haben, so fürchte ich dennoch den gröfsten Theil der geneigten Leser dieses Buches schon hiemit beschwerlich zu fallen. Wer sich specieller mit diesem Gegenstande beschäftigen will, den mufs ich auf Herrn Mohl's Arbeit über den Pollen verweisen, worin zum Schlusse eine Aufzählung der Pollenformen mit ihren hauptsächlichsten Modificationen, nach den natürlichen Familien geordnet enthalten ist. Leider ergeben sich aus diesen sehr mühesamen Untersuchungen nur wenig allgemeine Resultate.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen diejenigen Formen der Pollenkörner, welche aus mehreren zusammen gewachsen sind, eine Erscheinung, welche gegenwärtig, nachdem die Bildung des Pollens ziemlich vollständig erkannt ist, auch hinreichende Erklärung findet.

Eine der auffallendsten Pollenformen, welche durch Verwachsung hervorgeht, ist die der Abietineen, welche

schon so oft abgebildet und beschrieben aber noch nie richtig gedeutet ist. In Fig. 22. Tab. XI. ist ein solches Pollenkorn von Pinus sylvestris dargestellt, es zeigt ein mittleres gröfseres Korn a b c, und zwei, mit den Enden des ersteren innig verwachsene blasenförmige Gebilde. Untersucht man diese Pollenkörner in sehr frühen Zeitperioden ihrer Bildung, so findet man, dafs die drei Körper von gleicher Gröfse und gleicher Structur bei ihrem Auftreten sind, so dafs man berechtigt ist dieselben für einzelne Pollenkörner zu erklären, welche später in ihrer gemeinsamen Mutterzelle verwachsen und die fernere Ausbildung eingehen. Bei unseren Abietineen des nördlichen Deutschlands da kann man noch im Monate April beobachten, dafs die drei verwachsenen Zellen, welche das Pollenkorn bilden, in einer Mutterzelle liegen, die ebenfalls aus drei besonderen Mutterzellen gebildet ist, welche durch ihr Zusammenschmelzen die erste Veranlassung zur constanten Verwachsung der darin enthaltenen Pollenkörner geben. An den Pollenkörnern der Abietineen, wie es Fig. 22. Tab. XI. zeigt, ist die mittlere Blase das ausgebildete befruchtende Pollenkorn, während die seitlich ansitzenden Blasen d e und f g als abortirte zu betrachten sind; diese Letzteren haben keinen bemerkbaren Inhalt, scheinen auch nur aus einer einfachen aber starken Membran zu bestehen, welche auf ihrer Oberfläche ein zellenartiges Netz von äufserst zarten hervorragenden Leisten aufzuweisen haben, während das ausgebildete Korn in der Mitte, a b c, aus einer festen äufseren Membran ohne allen Ueberzug, einer mittleren dicken und gallertartig durchscheinenden, und endlich einer sehr zarten inneren Membran besteht. In Fig. 21. ebendaselbst ist dieses mittlere Pollenkorn für sich allein dargestellt, nachdem durch längeres Liegen in Terpenthin-Oel und durch Rollen unter Glasplatten die beiden anhängenden abortirten Pollenkörner abgetrennt waren; die Membranen erscheinen etwas sehr dick, was der Einsaugung des Oeles zuzuschreiben ist. In Fig. 20. ist ein Pollenkorn eben derselben Pflanze auf

dem Rücken des mittleren Kornes liegend dargestellt; die beiden Zellen cd und ef liegen oben und ab, die mittlere Zelle, liegt unten und zeigt ihren Zellenkern, worüber später die Rede sein wird.

In Vergleich zu stellen mit den soeben angeführten Pollenkörnern möchten die verwachsenen Formen von Phyllidrum lanuginosum und Anona tripetala sein, denn auch bei diesen, wo allerdings 4 gleichmäfsig ausgebildete Pollenkörner neben einander stehen, sind die verwachsenen Flächen im Verhältnifs zum Ganzen nur klein. Viel häufiger treten dagegen dergleichen verwachsene Pollenkörner auf, wo die 4, ursprünglich in einer gemeinschaftlichen Mutterzelle liegenden Pollenkörner so genau mit einander verwachsen sind, dafs sie gleichsam ein einzelnes Pollenkorn bilden, welches eine sehr regelmäfsige Form annimmt; so zeigen z. B. die Ericeen dergleichen tetraëdrische zusammengesetzte Pollenkörner, und überall, wo Poren oder Falten auf diesen verwachsenen Pollenkörnern auftreten, da sind sie stets auf den freiliegenden Seiten gelagert.

Der Pollen der Orchideen ist unter den verwachsenen Formen der bekannteste; es treten hier fast immer 4 Körner im Zusammenhange auf, wie es Fig. 17. Tab. XI. von Orchis Morio zeigt, jedoch ist es gar nicht so selten, dafs man, selbst bei der Gattung Orchis auch einzelne Pollenkörner antrifft, und wiederum gröfsere Pollenmassen, welche aus 6 und aus 8 einzelnen Körnern bestehen. Die Pollenschläuche wachsen bei diesen Pollenmassen an den freiliegenden Enden hervor und hiebei kann man sehr wohl sehen, dafs auch diese Pollenkörner stets eine doppelte Haut zeigen, wenn auch die äufsere vollkommen glatt ist. Bei einigen Orchideen ist jedoch die Oberfläche der Pollenkörner, verwachsen oder nicht verwachsen, mehr oder weniger stark gekörnt und dann bleibt über das Vorhandensein von doppelten Häuten kein Zweifel zurück. Bei einigen Orchideen sind die Pollenkörner oft ganz einzeln auftretend, also ganz wie gewöhnlich bei anderen Pflanzen.

Im Uebrigen verweise ich über diesen Gegenstand auf die näheren Angaben im Vorhergehenden (pag. 130).

Anhang.

Nachdem wir im Vorhergehenden den Bau der Pollenkörner im Allgemeinen kennen gelernt haben, bleibt uns in dieser Hinsicht noch die Beseitigung einiger Angaben übrig, welche Herr Fritzsche in seiner Schrift über den Pollen (pag. 43) mitgetheilt hat, und von mir nicht bestätigt werden können. Herr Fritzsche glaubt besondere Körper entdeckt zu haben, welche bei den Pollenkörnern vieler Pflanzen zwischen der inneren und der äufseren Haut gelagert sein sollen. Am auffallendsten ist dieser Irrthum in denjenigen Fällen, wo blofse Einsenkungen der inneren Membranen der Pollenkörner für besondere Zwischenkörper gehalten worden sind. Dieses ist bei vielen Pflanzen sehr leicht nachzuweisen, besonders gut an den Pollenkörnern der Gattung Cucurbita, Campanula u. s. w. Bei den Pollenkörnern des Kürbisses (Fig. 32. Tab. XI.) hat Herr Fritzsche den grofsen Ring b, welcher rund um den Deckel a liegt, als den durchscheinenden Rand des Zwischenkörpers dargestellt, doch man darf nur die Entwickelung dieser Pollenkörner beobachten um sich zu überzeugen, dafs dieser Ring nicht anders, als der Rand der eingesackten oder blasenförmig eingezogenen inneren Häute ist. Diese Ringe sind im früheren Zustande (Fig. 33. Tab. XI.) besonders leicht zu erkennen, oft schon lange vorher, ehe sich die Deckel durch stärkere Verdickung ihres Randes markirt haben. Was Herr Fritzsche als hervortretenden Zwischenkörper von Kürbifs-Pollen dargestellt hat, das ist nichts als die innere Haut (l Fig. 32. Tab. XI.), welche mit ihrem gekörnten Inhalte der mittleren Haut (k eben daselbst) folgt. Bei Campanula ist es noch auffallender, indem hier diese Einsenkungen der inneren Haut (dd Fig. 29. Tab. XI.) noch viel umfangreicher sind als im Vorhergehenden, und gerade in der Mitte derselben die künftige Oeffnung liegt. Wo sollen denn hier die

Zwischenkörper geblieben sein, wenn man die Veränderung dieser Form von Fig. 29. an der von Fig. 30. beobachtet, ohne dafs das Hervortreten derselben bemerkt wird. Wären die Pollenkörner des Haselnufsstrauches nicht linsenförmig zusammengedrückt, so würde man auch bei ihnen diese Einbuchtungen der inneren Membran, wie sie in Fig. 2. Tab. XI. durch c, c, c bezeichnet sind, für Zwischenkörper gehalten haben. Auch an den jungen Pollenkörnern von Oenothera (Fig. 15. Tab. XI.) sind diese Einbuchtungen der inneren Membranen sehr deutlich zu sehen, und wenn man die Häute der Pollenkörner von Alcea rosea umkehrt, so findet man auf ihrer Fläche eine grofse Menge solcher Einbuchtungen, welche sich auf der umgekehrten Pollenwand als blasenförmige Erhöhungen zeigen, weil sich diese Pollenkörner durch eine Menge von Poren öffnen und gerade unter jeder dieser Poren eine solche Blase der inneren Häute vorfindet. In den übrigen Fällen, wo Herr Fritzsche Zwischenkörper angegeben hat, da sind es die im Inneren des Pollenkornes vorkommenden Zellen, wie wir sie in den Pollenkörnern der Fritillaria, Larix, Pinus u. s. w. abgebildet haben, und im nächsten Capitel näher beschreiben werden.

3) Ueber das Auftreten der ölartigen Substanzen auf der Oberfläche der Pollenkörner.

Sobald die Mutterzellen der Pollenkörner verschwinden, oft schon um die Zeit, wenn die einzelnen Pollenkörner noch in ihren Special-Mutterzellen eingeschlossen sind, zeigt sich im Inneren des Antherenfaches eine ölige, meistens gelblich gefärbte Substanz, welche später in mehr oder weniger grofsen Massen auf der Oberfläche der Pollenkörner abgelagert wird. Pollenkörner mit glatter Oberfläche zeigen nur sehr wenig dieser Substanz, dagegen ist dieselbe in um so gröfserer Menge bei solchen Pollenkörnern zu finden, deren äufsere Haut ein zellenartiges

Ansehen zeigt, oder überhaupt mit Körnern, Wärzchen oder mit Stacheln bekleidet ist. Nimmt man Pollenkörner aus den reifen Antheren der Kürbifs-Pflanze, der Alcea rosea, der Cobaea scandens u. s. w. so wird man unter dem Mikroskope, wenn man die Körner mit Wasser bedeckt hat, die Ablösung jenes Oeles allmälig verfolgen können; in Form kleiner, mehr oder weniger grofser Oeltröpfchen, breitet sich diese Substanz nach allen Richtungen hin strahlenförmig aus, und besonders an stachelichten Pollenkörnern könnte man zu der sehr unrichtigen Ansicht verleitet werden, als würde jene Substanz von den Spitzen der Stacheln u. s. w. ausgeschieden. Die ellipsoidischen Pollenkörner der Liliaceen u. s. w. sind ebenfalls sehr reich mit jener öligen und stark gelbgefärbten Substanz bekleidet, bei ihnen sieht man aber nicht mehr diese regelmäfsig strahlige Verbreitung derselben, wenn sie unter Wasser liegen, so dafs man dieses von der kugelförmigen Gestalt jener Pollenkörner ganz mechanisch abzuleiten hat. Das Oel erhebt sich von der Oberfläche des unter Wasser gesenkten Pollenkornes und schwimmt auf dem Wasser; das eine Oeltröpfchen schiebt das andere, welches sich schon früher abgelöst hatte zur Seite; dabei wird diese Ablösung des Oeles noch durch das Anschwellen der Pollenkörner in Folge der Einsaugung des Wassers erleichtert. Aufser diesem gefärbten Oele, welches sich schon unter Wasser abtrennt, ist die Oberfläche der Pollenkörner noch mit einer festeren Substanz bekleidet, welche wahrscheinlich mehr oder weniger reines Pflanzenwachs ist, und mit jenem Oele in der chemischen Zusammensetzung sehr übereinstimmen möchte. Diese wachsartige Substanz ist ebenfalls bei den Pollenkörnern mit unebener Oberfläche in gröfserer Menge zu finden, als bei denen mit glatter, und durch ätherische Oele, so wie durch Aether kann man dieselbe schnell entfernen, worauf die Pollenkörner ziemlich ungefärbt zurückbleiben.

Der Zweck dieser Umkleidungen der Pollenkörner möchte vielleicht der sein, dafs dadurch die Wirkung der

Endosmose beschränkt wird, dafs nämlich die Pollenkörner, wenn sie auf der Narbe befindlich sind, nicht in zu grofser Masse und mit zu grofser Schnelligkeit die Feuchtigkeit einsaugen können, denn geschieht dieses, so pflegt die innere Haut des Pollenkornes zu platzen und die Bildung des Pollenschlauches findet alsdann nicht statt. Für die Pollenkörner im Inneren der, noch nicht vollkommen ausgebildeten Antheren, ist eine solche, gegen die wässerige Feuchtigkeit schützende Hülle ganz besonders wichtig, denn sobald man dieselben herausnimmt und in Wasser legt, kommen sie meistentheils ebenfalls zum Platzen. Die Umkleidung mit einer öligt-wachsartigen Substanz schützt jedoch jene Körner im Inneren der Anthere, und gerade um diejenige Zeit tritt diese Einhüllung auf, wenn die Pollenkörner die hinreichende Nahrung aufgenommen haben, sich nur noch durch Ausdehnung vergröfsern und jenes Schutzes besonders bedürfen. Aufserdem ist es unbezweifelbar, dafs die Pollenkörner vieler Pflanzen vermittelst jenes Ueberzuges an der Oberfläche der Narbe befestigt werden, obgleich bei dem gröfsten Theile der Pflanzen gerade die Narbe mit einer klebrigen Feuchtigkeit bekleidet ist, welche das Anhaften der Pollenkörner bewirkt.

So grofse Verdienste sich J. G. Koelreuter um die Lehre von dem Geschlechte der Pflanzen erworben hat, so kam er doch zu einer sehr irrigen Ansicht über die Function jenes öligten Ueberzuges der Pollenkörner, welchen er für die männliche Saamenmaterie erklärte, die in dem zelligen Gewebe der Pollenkörner gebildet sei, und durch Oeffnungen und Aussonderungsgänge langsam ausgeschieden werde. Ja Koelreuter war der Meinung, dafs diese, von der Oberfläche sich absondernde öligte Substanz aus dem körnigen Inhalte der Pollenkörner gebildet werde, indem dieselbe, wie sie nach und nach den gehörigen Grad erreicht, endlich in eine gleichförmige, flüssige und durchsichtige Materie übergeht und aus dem zelligen Gewebe heraustritt. Das Aufspringen der Pollenkörner und das

Hervortreten des Inhaltes derselben hielt Koelreuter für einen gewaltsamen Vorgang, der durch das starke Einsaugen des Wassers bedingt werde.

Herr Robert Brown *) stellte später (1811) die Ansicht auf, dafs die warzigen Hervorragungen an dem Rande der Pollenkörner der Proteaceen zur Absonderung dienen möchten, und dafs durch diese die Befruchtung bei den Pflanzen der genannten Familie sehr gesichert werde.

Seit jener Zeit ging erst Herr Brongniart, in seiner berühmten Schrift über die Zeugung des Pflanzen-Embryo, auf die Untersuchung über das Auftreten jener gefärbten, öligen und zum Theil klebrigen Substanz ein, welche die Pollenkörner vieler Pflanzen in so grofsen Massen bekleidet; er meinte, dafs diese Substanz wohl nicht auf der Oberfläche, sondern in den Zellen der äufseren Membran der Pollenkörner enthalten sei, und bei den mit Papillen bekleideten seien es eben die Wärzchen, welche diese Substanz absorbiren, sie in die Zellen führen und während der Befruchtung eine geringe Quantität davon ausfliefsen lassen, wodurch dem Pollen die Klebrigkeit ertheilt werde. Herr Mohl sprach sich in ganz ähnlicher Art, nur noch bestimmter über das Auftreten jener Substanz aus, indem er **) sagte, dafs aus seinen gegebenen Beschreibungen der Zellen, Stacheln und Körner der äufseren Haut erhelle, dafs diese als das Aussonderungs- und Aufbewahrungs-Organ des zähen Oeles zu betrachten seien u. s. w.

Im vorhergehenden Abschnitte haben wir jedoch kennen gelernt, dafs jene Ansichten über die Zellen, woraus die äufsere Membran der Pollenkörner zusammengesetzt sein soll, unrichtig sind, und dafs ferner Herrn Mohl's Meinung, als wären die Stacheln und Körner, welche auf den Pollenkörnern vorkommen, als Zellen zu betrachten (denen man also eine Absonderung zutrauen kann), ebenfalls

*) Vermischte Schriften. II. pag. 78.

**) l. c. pag. 24.

beseitigt ist. Durch diese Fortschritte in unserer Kenntnifs über die Structur der äufseren Pollenhaut sind nun auch alle Hypothesen beseitigt, nach welchen die ölartige Substanz durch die Zellen der äufseren Pollenhaut bald resorbirt, bald ausgesondert werden sollte, und es bleibt nichts weiter anzunehmen übrig, als dafs die Bildung derselben aus der Substanz der früheren Mutterzellen u. s. w. vor sich geht, und dafs sie alsdann auf der Oberfläche der Pollenkörner abgelagert wird.

Leider müssen wir bedauern, dafs gegenwärtig noch alle chemische Untersuchungen dieser abgesonderten Stoffe auf den Pollenkörnern fehlen, und dennoch möchten dieselben, wenigstens bei einigen Pflanzen, nicht so schwer anzustellen sein.

Drittes Capitel.

Ueber den Inhalt der Pollenkörner.

Wir haben gleich im Anfange dieses Buches kennen gelernt, dafs der Pollen als derjenige Theil der Pflanze anzusehen ist, welcher die befruchtende Substanz enthält; eine genaue Untersuchung dieser Substanz mufs demnach der Befruchtungstheorie, welche wir später geben werden, vorangehen.

An vielen Pollenkörnern mit zarten und fast durchsichtigen Membranen kann man den Inhalt derselben, ohne sie zu zerstören, beobachten, aber noch leichter wird die Beobachtung desselben nach dessen Hervortreten. Eine grofse Anzahl von Pollenkörnern aus den verschiedensten Familien und Gattungen zeigen nämlich die Eigenschaft, dafs sie, unter Wasser liegend, nach kurzer Zeit mehr oder weniger anschwellen, aufplatzen, oder sich vielmehr an den, durch die Falten und Poren bezeichneten Stellen öffnen

und den Inhalt hinaustreiben, worauf die innere Pollenhaut an Umfang verliert, ja oft ganz zusammenfällt.

Es scheint, dafs Bernhard de Jussieu *) das Platzen der Pollenkörner im Wasser zuerst beobachtet hat, doch durch Needham **) ward diese Erscheinung zuerst etwas gründlicher studirt; derselbe hat schon beobachtet, dafs die kleinen Körnchen im Inneren des Pollenkornes eine Bewegung zeigen, doch ist es mir sehr wahrscheinlich, dafs derselbe nur diejenigen Bewegungen beobachtet hat, welche in Folge der hygroskopischen Erscheinungen auftreten. Die Beobachtungen von Gleichen ***) sind über diesen Gegenstand schon von gröfserem Werthe; derselbe hat, offenbar nur zur Bestätigung seiner Hypothese, dafs die Körperchen im Inneren des Blumenstaubes als die wirklichen Keime zu betrachten sind, so wie Leeuwenhoeck die Saamenthierchen der Thiere als die Keime der künftigen Thiere ansah, auf jene Beobachtungen sehr grofse Sorgfalt verwendet. Gleichen bestätigte nicht nur Needham's Beobachtung von einer Bewegung der Körperchen im Inneren der Pollenkörner, sondern er sah diese Bewegung besonders deutlich an den Kügelchen der herausgetretenen Masse, welche er als Gebilde betrachtete, die den Saamenthierchen der Thiere analog wären, und daher mit dem Namen der Saamenkeimchen belegte. „Diesen Saamenkeimchen, sagt Gleichen, mehr Lebenskräfte beizulegen, als den Pflanzen eigen sind, ist nicht meine Meinung; indessen bewegen sie sich doch merklich genug von ihren Stellen, wenn sie die Schaale des Blüthenstaubes nicht mehr umgiebt und sie in Freiheit sind. Dieses geschieht, sobald sie in fremde Flüssigkeiten kommen. Ich habe diese Bewegungen viel zu oft und gewifs, ja öfters in den Körnern selbst gesehen, als dafs ich nicht von solcher gänzlich versichert sein sollte. Man wird Kügelchen sehen,

---

*) Hist. de l'Academie des scienc. de Paris. 1739. pag. 247.

**) New microscopical Observations. London 1745.

***) Das Neueste aus dem Reiche der Pflanzen. 1764. pag. 33, 47.

welche in einer Linie stehen, und bald ein Quadrat, bald einen spitzen Winkel oder eine andere Figur machen, wenn sie sich von einer Stelle nach der anderen, einige bald, andere langsamer und spät bewegen.“ Auch hat Gleichen schon beobachtet, dafs der ausgeprefste Saft der Narben das Aufspringen der Pollenkörner beschleunige.

Bei diesen Beobachtungen blieb es eigentlich bis zum Jahre 1822; man kannte das Aufspringen der Pollenkörner durch den Einflufs der Feuchtigkeit, man nannte den Inhalt derselben, welcher dadurch hervorgetrieben wird, Fovilla (Saamendunst) und glaubte, dafs die Befruchtung der Saamen durch diese ausgeführt werde.

Erst im Jahre 1822 machte Herr Giovanni Battista Amici zu Modena *) die wichtige Entdeckung, durch welche wir gegenwärtig endlich zur Erkenntnifs des plastischen Prozesses gekommen sind, dessen sich die Natur bei der Befruchtung der Pflanzen bedient. Hr. Amici sah nämlich, dafs ein Pollenkorn, welches auf der Narbe von Portulaca oleracea lag, aufsprang und ein zartes durchsichtiges Röhrchen ausschickte, welches sich einem Härchen der Narbe anlegte. In jene neu entstandene Röhre des Pollenkornes stieg der Inhalt desselben hinab, und ein Theil desselben, welcher bis zum Ende der Röhre verlief, daselbst umdrehte und, ganz wie bei der Rotationsströmung in den Zellen, in entgegengesetzter Richtung hinaufstieg, kehrte wieder zum Pollenkorn zurück. Aufserdem bemerkte Herr Amici, dafs im Inneren des Pollenkornes eine verworrene Bewegung von einer unzähligen Menge kleiner Kügelchen stattfinde, eine Beobachtung, welche die Entdeckung von Needham und Gleichen bestätigte. Auch durch Herrn Guillemin **) wurden jene Beobachtungen über die

---

*) Osservazioni microsc. sopra varie piante. Mem. inserita nel tomo XIX. degli Atti della Società italiana delle scienze residente in Modena. Modena 1823. pag. 23. Uebers. in den Ann. des sc. d'hist. nat. Mai 1824. pag. 65. Froriep's Notizen von 1823. u. s. w.

**) Recherches microscopiques sur le pollen. Mém. de la société d'hist. natur. de Paris. Tom. II. pag. 101.

eigenthümliche Bewegung der kleinen Partikelchen der Fovilla bestätigt, während mehrere andere Naturforscher, offenbar weniger geschickt in der Beobachtung mit dem Mikroskope, diese Bewegung durch Scheingründe aller Art bestritten.

Ich selbst, noch unbekannt mit den Beobachtungen meiner Vorgänger, entdeckte schon 1823 die freie selbstständige Bewegung der Partikelchen in der ausgetretenen Fovilla, doch erst im October 1826 machte ich diese Beobachtung durch den Druck bekannt *).

So weit war es mit den Untersuchungen dieses Gegenstandes gekommen, als Herr Brongniart seine wichtige Arbeit über die Generation am 26ten December 1826 der Akademie der Wissenschaften zu Paris mittheilte. Herr Brongniart konnte jene Bewegungen im Inneren der Pollenkörner und ihren Verlängerungen damals noch nicht beobachten, aber an den Körnchen, welche sich nach dem Zerspringen des Pollens im Wasser verbreiteten, sah derselbe in einigen Fällen bei dem Kürbisse und den Malvaceen eine geringe Bewegung, welche er als eine geringe und langsame Aenderung in den relativen Lagen bezeichnet, die auch bald aufhört, um nach einiger Zeit von Neuem zu beginnen **); demnach standen diese Angaben den schon früher gemachten Beobachtungen über diesen Gegenstand nach. Erst im darauf folgenden Sommer (1827) machte

*) Siehe De primis vitae phaenomenis in fluidis formativis et de circulatione sanguinis in parenchymate. Diss. inaug. Berolini 1826. pag. 17. — Ich theile hier aus jener Schrift die ganze Stelle mit, welche sich auf diesen Gegenstand, eine meiner ersten Beobachtungen, auf welche ich einigen Werth lege, bezieht: „Materia seminalis plantarum pollini inest, mucilaginosa oleosa grumosa est, quae membrana pollinis rupta maxima vi procedit, et in aqua circumvagans clara luce et magna augmentatione adveniente, innumerabilem copiam particularum parvarum ostendit, quibus motus proprius insitus est, a qua causa easdem animalcula seminalia plantarum esse, ex analogia cum animalibus puto."

**) S. Mém. sur la Génération et le Developpement de l'Embryon dans les végétaux phanerogams par Ad. Brongniart. Paris 1827. p. 33.

Herr Brongniart sehr interessante Beobachtungen über die sogenannten Saamenthierchen der Pflanzen, welche er im November der Akademie vorlegte, die aber schon in seinem Mémoire als Anhang und als Anmerkungen mitgetheilt sind *).

Herr Brongniart sah nicht nur die ausgezeichneten selbstständigen Bewegungen jener Partikelchen des Pollen-Inhaltes, welche wir Saamenthierchen nennen, sondern er bemerkte auch, dafs die Form und die Gröfse dieser, bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden ist. So wurden die Saamenthierchen von Pepo macrocarpus, P. citrullus, Ipomoea hederacea, Nyctago Jalapa, Datura Metel und Cedrus Libani von sphärischer Form beobachtet; die von Hibiscus-, Sida-, Oenothera-Arten, von Najas major, Cucumis acutangulus, |Cobaea scandens von ellipsoidischer oder von cylindrischer Form, und die von Rosa bracteata von ellipsoidisch linsenförmiger Gestalt beobachtet. Die Saamenthierchen von Hibiscus und der Oenothera krümmten sich zu einem Kreise, ja einige derselben gestalteten sich selbst S-förmig. Im Allgemeinen wären nach diesen Untersuchungen die Saamenthierchen einer und derselben Pflanze von gleicher Form, so wie auch in den Arten einer und derselben Gattung, aber sehr verschieden geformt in verschiedenen Gattungen, selbst einer und derselben Familie.

Im März 1828 machte Hr. Raspail **) der Akademie der Wissenschaften zu Paris eine Mittheilung, worin die Ursache jener Bewegung der Partikelchen der Fovilla als eine rein mechanische dargestellt ward, indem Hr. Raspail dieselben nur automatenartig bemerkt hatte. Auch sollen die Saamenthierchen bei einer und derselben Pflanze nicht von gleicher Gröfse sein, eben so wenig als von gleicher Form, und endlich wären dieselben nichts weiter, als

*) l. c. pag. 40, 41 etc.

**) Experiences destin. à démontrer que les granules lancés dans l'explosion du pollen, bien loin d'être les analogues des animalcules spermatiques comme l'avait avancé Gleichen, ne sont pas même des corps organisés. — Mém. de la soc. d'hist. nat. de Paris. IV. pag. 347.

Tröpfchen harziger Substanzen, welche durch das Auswerfen getheilt und durch ihre geringe Anziehung zum Wasser, in welchem sie schwimmen, von einander entfernt gehalten werden!!

Diese Einwürfe hat Hr. Brongniart *) trefflich beseitigt, und die dabei ausgesprochenen Beobachtungen hätten auch noch andere Botaniker zu einem minder schnellen Urtheile über diesen Gegenstand veranlassen sollen. Etwas früher wurde die berühmte Schrift von Hrn. Rob. Brown **) bekannt, worin die eigenthümliche Bewegung aller organischen und anorganischen Moleküle nachgewiesen wurde. Herr Brown beobachtete in der Fovilla der Clarkia pulchella Körperchen von verschiedener Gestalt; die gröfseren waren walzenförmig, etwas ins Oblonge neigend, vielleicht etwas flach gedrückt; im Wasser zeigten sie eine deutliche Bewegung und selbst eine Veränderung ihrer Form, indem sie sich auf der einen Seite zusammenkrümmten und in einigen Fällen auch Drehung um ihre Achse zeigten. Aufserdem fand jedoch Herr R. Brown, dafs neben jenen gröfseren Körperchen, welche wir Saamenthierchen genannt haben, eine grofse Anzahl kleinerer und scheinbar runder Moleküle vorkomme, die sich in einer raschen oscillirenden Bewegung befinden; in Pollenkörnern, welche noch nicht vollkommen ausgebildet waren, fand sich die Anzahl der kleinen Moleküle noch nicht so grofs. Es wurden auch die Pollenkörner mehrerer anderer Pflanzen untersucht und bei allen fand Herr Brown jene Partikelchen (Saamenthierchen), welche bei den verschiedenen Familien oder Gattungen verschieden in der Form, vom Oblongum bis zum Kuglichen, aber überall eine der bereits beschrie-

*) Nouvelles observat. sur les granules spermatiques des végétaux. Ann. des scienc. nat. Dec. 1828. Tom. XV. pag. 381.

**) Kurzer Bericht von mikroskopischen Beobachtungen über die in dem Pollen der Pflanzen enthaltenen Körperchen und über das allgemeine Vorkommen selbstbeweglicher Elementartheilchen. London 1827. Uebers. in R. Brown's Vermischten Schriften. Herausgegeben von Nees v. Esenbeck. IV. pag. 141.

benen ähnliche Bewegung zeigten, nur dafs die Veränderung der Gestalt bei den ovalen und länglichen Theilchen überhaupt weniger in die Augen fiel, als bei den Onagrarien, bei den kugelförmigen aber gar nicht zu bemerken war. Bei Lolium perenne zeigte ein solches Partikelchen eine Zusammenziehung mitten auf beiden Seiten, wodurch es in zwei, fast kugelrunde Hälften getheilt wurde.

Gleichzeitig mit jener Schrift erschien eine kleine Arbeit *), worin ich ebenfalls mehrere Beobachtungen über die Saamenthierchen der Pflanzen mitgetheilt habe. Ich nannte diese Moleküle Phytospermata, im Gegensatze zu Zoospermata; sie würden weder in Weingeist noch in kaltem oder kochendem Wasser aufgelöst; sie würden durch Jodine braun, aber nicht blau gefärbt, wie es Herr Raspail und später noch mehrere andere Beobachter angegeben haben. Ich glaubte damals zu beobachten, dafs die Saamenthierchen als kleine Bläschen, also hohl auftreten, doch hiezu ward ich durch den starken Schattenring verleitet, welchen mein früheres Mikroskop zeigte; mit den neueren Instrumenten kann ich in den Saamenthierchen der Pflanzen keine Spur einer Höhlung bemerken.

Herr R. Brown will die Bewegung der Saamenthierchen, so wie der übrigen kleinen Moleküle der Fovilla, noch in den Pollenkörnern von Pflanzen beobachtet haben, welche 20 Jahre in Weingeist gelegen hatten; er selbst sagt aber, dafs ihm die Bewegung weniger lebhaft vorgekommen sei. Auch an getrockneten Pflanzen, die nicht weniger als hundert Jahre im Herbario gelegen hatten, sei die Bewegung jener Moleküle nach vorhergegangener Befeuchtung vorhanden, nur etwas weniger lebhaft. Nach meinen wiederholten Beobachtungen werden jedoch die Saamenthierchen durch Weingeist sogleich getödtet, so dafs ihre Bewegung aufhört; auch bemerkte ich **), dafs die

*) S. Meyen's Anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Inhalt der Pflanzenzellen. Berlin 1828. pag. 36—44.

**) S. R. Brow's Vermischte Schriften. Herausgegeben von Nees v. Esenbeck. IV. pag. 441.

Saamenthierchen, wenn die Fovilla für sich allein getrocknet wurde, schon nach 24 Stunden nicht mehr wiederbelebungsfähig waren, dagegen war ihre Bewegung noch sehr lebhaft an solchen Pollen, der 24 Stunden lang von der Pflanze getrennt war. Der Pollen von Solandra grandiflora, der 3 Jahre lang im Herbario aufbewahrt worden war, der Pollen von Althaea rosea, Sida chinensis, mehrerer Salix-Arten u. s. w., welcher 7 bis 10 Jahre lang getrocknet aufbewahrt wurde, zeigte fast in allen Fällen gleiche Erscheinungen. Hin und wieder platzten einige Pollenkörner nach der Befeuchtung mit Wasser, ihr Inhalt trat langsam hervor, je nachdem das Wasser schnell oder langsam eingesaugt wurde; die Saamenthierchen, welche im getrockneten Pollen zusammengeballt waren, traten hiedurch auseinander, doch geschah dieses so langsam und mit so regelmäfsiger, rein mechanischer Bewegung in Folge des Einsaugens von Wasser, dafs man an eine freie Bewegung dieser Theile nicht mehr denken durfte.

Die späteren Arbeiten, welche über den Pollen der Pflanzen herausgegeben wurden, haben unsere Kenntnisse über den Inhalt der Pollenkörner wenig erweitert; bald wurde die selbstständige Bewegung der Partikelchen der Fovilla bestritten, wie es Herr Fritzsche versuchte, bald sollten die Saamenthierchen blofse Amylum-Kügelchen sein, daher zur blofsen Ernährung dienen, ohne Bewegung und ohne alle andere Bedeutung sein, ja selbst aus Oeltröpfchen sollten sie bestehen und in Form und Gröfse bei einer und derselben Pflanze nicht übereinstimmen.

Wenn wir den Inhalt der Pollenkörner mit unseren, gegenwärtig so vervollkommneten Instrumenten untersuchen, so werden wir noch manche auffallende Erscheinungen wahrnehmen, worüber die Schriftsteller über den Pollen der Pflanzen noch wenig oder gar nichts berichtet haben. Aus der Entwickelungs-Geschichte der Pollenkörner haben wir kennen gelernt, dafs in jedem Pollenbläschen bei der ersten Bildung ein Ballen von einer consistenten, etwas gekörnten, gummiartigen Masse auftritt;

auch haben wir Fälle kennen gelernt, wo in einem sehr frühen Zustande neue Pollenzellen im Inneren der älteren entstehen. Diese Bildung finden wir dann auch noch im reifen Zustande bei einer grofsen Menge von Pflanzen. Gleichen beobachtete schon in den Pollenkörnern von Juniperus communis einen kugelrunden Kern, welchen ich ebenfalls abgebildet habe (S. Fig. 6, e Tab. XI.), und später sah auch Herr Fritzsche bei einigen wenigen Pflanzen ähnliche Kerne in den Pollenkörnern. Aufser den mehr oder weniger grofsen Zellen, welche ich im Inneren der Pollenkörner einiger Coniferen schon seit langen Jahren beobachtet hatte, bemerkte ich, dafs in den grofsen Pollenkörnern einiger Liliaceen ebenfalls dergleichen Zellen, und zwar noch gröfsere und oft noch auffallender gebildete auftreten. Fig. 3. Tab. XI. zeigt z. B. ein Pollenkorn aus der Anthere der Kaiserkrone, etwa 14 Tage vor dem Aufblühen derselben entnommen; die Membranen sind ganz glatt und durchsichtig, so dafs der Inhalt, bestehend in einer grofsen Menge kleiner Körnchen, wie bei b, einer allgemein einhüllenden, etwas trüben Schleimmasse und drei grofsen, kugelrunden, mit einem festen Kerne versehenen Zellen c, c, c durchscheint. Nicht immer liegen alle drei Zellen so regelmäfsig neben einander, sondern meistens sieht man nur eine oder auch zwei derselben zu gleicher Zeit und man mufs das Pollenkorn zuerst mehrfach rollen, drehen und wenden, bis man alle drei Zellen zu Gesicht bekommt. Wenn die Pollenkörner der Kaiserkrone älter werden, so vergröfsert sich der Kern jener drei Zellen, so dafs derselbe endlich bei der aufgesprungenen Anthere eine Gröfse wie in h Fig. 4. Tab. XI. zeigt; besonders auffallend ist es aber, dafs an den ausgebildeten Pollenkörnern fast immer eine jener Zellen in die Länge ausgedehnt ist und an der Wand des Pollenkornes eine Zeichnung wie in d d Fig. 4. zeigt. Wenn man diese reifen Pollenkörner vorsichtig zerdrückt, so treten jene Zellen und auch die, in die Länge gezogene ganz unverletzt hervor (e e Fig. 4.), und dann erkennt man den Kern der-

selben um so deutlicher. Das Auftreten von drei solcher Zellen findet bei den Pollenkörnern von ellipsoidischer Form vieler Monocotyledonen statt, bei den mehr kugelförmigen scheint dagegen das Auftreten einer einzelnen Zelle allgemeine Regel zu sein; sie kommen indessen nicht nur bei Monocotyledonen, sondern auch bei Dicotyledonen vor, doch sind sie bei Letzteren nur sehr selten so grofs und so leicht zu beobachten, als bei Ersteren. Eine einzelne und sehr grofse, mit einem grofsen Kerne versehene Zelle tritt in den Pollenkörnern der Tulpen auf, und verhältnifsmäfsig noch gröfser ist diese Zelle in den Pollenkörnern von Trillium erectum, wovon in (Fig. 25. Tab. XI.) eine Abbildung gegeben ist. a a die Wand des Pollenkornes bestand aus einer äufseren und einer inneren Membran, b b die Wand der Zelle in der Höhle des Pollenkornes, und c der Kern in dieser Zelle des Pollenkornes.

In den Pollenkörnern von Pinus picea hat auch Herr Fritzsche einen Kern beobachtet und denselben in Fig. 11. Tab. III. seiner Schrift über den Pollen mit der umschliefsenden Zellen-Membran abgebildet. Bei Pinus sylvestris tritt dieselbe ebenfalls sehr bestimmt auf, und zwar stets an einer bestimmten Stelle angeheftet; in Fig. 20. Tab. XI. ist das Pollenkorn gleichsam auf dem convexen Rücken liegend, und in der Mitte erscheint die Zelle g mit ihrem Kerne h. In Fig. 21. liegt dagegen die Pollenzelle auf der Seite und ist durch langes Liegen in Terpenthin-Oel vollkommen durchsichtig geworden, man sieht die äufsere Haut a b und die mittlere c d; e ist ein Zwischenraum zwischen diesen beiden Membranen, und in der kleinen Vertiefung der mittleren Membran, unmittelbar unterhalb jenes Zwischenraumes, ist die Zelle g durch die kleinere Zelle f befestigt, und von der Oberfläche der Zelle g, verlaufen in dem frischen Pollenkorne nicht selten mehr oder weniger regelmäfsige Schleim-Streifen nach der Wand des Pollenkornes, besonders häufig bemerkte ich einen breiten, etwas fein gekörnten Streifen, welcher in vertikaler Richtung der concaven Seite b d zu verlief. Fast ebenso,

nur etwas complicirter, verhält sich das Auftreten der Zellen im Inneren der Pollenkörner von Larix europaea, wozu die Abbildungen in Fig. 7—10. und Fig. 16. Tab. XI. gehören. Diese Bildungen in den Pollenkörnern von Larix haben Herrn Fritzsche zu verschiedenen Annahmen verleitet, welche durch die Beobachtung einer grofsen Zahl solcher Pollenkörner widerlegt werden. Gewöhnlich sind die Pollenkörner dieser Pflanze kugelrund, sie zeigen eine zarte äufsere Haut, eine dickere mittlere, gallertartig durchscheinende und eine innere Haut; zwischen der äufseren und der mittleren Haut findet man an einer bestimmten Stelle eine schmale Spalte (ef in Fig. 16. Tab. XI. nach 1080maliger Vergröfserung), welche bei schwächerer Vergröfserung nur als ein dunkeler Streifen erscheint, wie in Fig. 9. bei ab. Unmittelbar unter jener Spalte ist an der mittleren Membran eine kleine Zelle (gh Fig. 16. und cd Fig. 9.) befestigt, welche mit einer gekörnten Substanz gefüllt ist, und als Befestigungsstiel einer gröfseren Zelle dient, welche im Inneren des Pollenkornes enthalten ist, wie es in ef Fig. 9. dargestellt ist. In Fig. 16. sind in ii nur die Anfänge der Wände jener grofsen Zelle dargestellt. Lange Zeit hindurch war ich über den Bau und die Bedeutung desselben bei diesen Pollenkörnern in Ungewifsheit, aber von Zwischenkörpern und einer vierten Membran, welche Herr Fritzsche an denselben beobachtet haben wollte, konnte ich nichts bemerken. Endlich war ich so glücklich hermaphroditische Fruchtzäpfchen des Lerchenbaumes zu finden, bei denen die untersten Bracteen als unvollkommen ausgebildete Antheren auftraten und mit wenigen, aber äufserst grofsen und meistens ellipsoidisch geformten Pollenkörnern gefüllt waren. Diese Pollenkörner waren mitunter doppelt und dreifach so grofs, als im gewöhnlichen Zustande und dabei ziemlich vollständig durchsichtig, einige waren dazwischen kugelrund und noch kleiner, als in den normalen Antheren. In den Figuren 7—10. habe ich die hauptsächlichsten Verschiedenheiten dieser abnormen Pollenkörner dargestellt; zwar kommen

auch ihnen drei Häute zu, dieselben sind aber sehr dünn und daher um so durchsichtiger, so dafs ich die Abbildungen ohne Anwendung von Schwefelsäure oder Terpenthin-Oel habe anfertigen können. Bei der Beobachtung dieser grofsen ellipsoidischen Pollenkörner, wie sie in Fig. 7, 8 und 10. dargestellt sind, blieb über die Structur derselben kein Zweifel; die beiden Zellen im Inneren eines jeden Pollenkornes sind stets in der einen Spitze desselben befestigt, und zwar ganz innig mit der mittleren Membran verwachsen, wobei dieselbe, wie bei d, d Fig. 7 und 10. etwas angeschwollen ist und auch zuweilen von der äufseren Membran etwas zurückgezogen, doch gelingt es bei diesen grofsen Körnern, ihrer Lage wegen nur sehr selten, eine Spur dieser Zurückziehung in Form einer Spalte zu sehen. Die Zellen im Inneren der Pollenkörner des Lerchenbaumes sind mit einer der Fovilla ähnlichen Substanz gefüllt; zuweilen ist sie mit gröfseren Körnern untermischt, welche Amylum-haltig sind. In der kleinen Zelle, welche der gröfseren zum Anheftungsstiele dient, pflegt dieser Inhalt sich zusammen zu ballen, so dafs man ihn, nach dem Zerspringen der Pollenhäute, als einen besonderen Körper, den Herr Fritzsche für einen Zwischenkörper angesehen hat, wahrnehmen kann.

Aus diesen Angaben geht also hervor, dafs im Inneren der Pollenkörner noch einzelne, mehr oder weniger grofse Zellen auftreten, die bald frei umherliegen, bald befestigt sind, wie es die Coniferen gröfstentheils zeigen. Einige Pflanzen zeigen in jedem Pollenkorne nur eine einzige Zelle der Art, andere enthalten zwei aneinandergereihte, wie bei Larix, die meisten enthalten jedoch drei solcher Zellen. Das Auftreten dieser Zellen im Inneren des grofsen Pollenkornes kann offenbar mit der Art der Bildung in Zusammenhang gebracht werden, welche im Inneren der Anthere stattfindet, wo nämlich beständig Zellen in Zellen auftreten, wobei die gröfseren ihre Wände verlieren, welche nämlich resorbirt werden, und die darin befindlichen als freiliegend hervortreten. Diejenigen Zellen,

welche in den ausgebildeten Pollenkörnern auftreten, sind demnach wohl als stehengebliebene Bildungen zu betrachten, welche nicht mehr zur Vollendung kamen.

Die Fovilla von normal ausgebildeten Pollenkörnern zeigt folgende, dem Mikroskope wahrnehmbare Zusammensetzung: In einer mehr oder weniger consistenten und durchsichtigen Schleimmasse befinden sich Partikelchen festerer Stoffe von verschiedener Gröfse und von verschiedener Form, so wie auch in vielen Fällen kleine, oder mehr oder weniger grofse Oeltröpfchen, welche nicht selten, wie z. B. bei i, i Fig. 23. Tab. XI. durch die Wände des Pollenkornes hindurchscheinen. In einigen Fällen läfst es sich mit ziemlicher Gewifsheit nachweisen, dafs jene Oeltröpfchen einem fetten Oele angehören. Gröfsere Aufmerksamkeit verdient jedoch die Betrachtung der festeren Partikelchen, welche in dem Schleime der Fovilla eingehüllt sind, da wir, aus der Analogie mit dem männlichen Saamen der Thiere zu der Annahme verleitet werden, dafs gerade diese festeren Partikelchen, als die eigentlich befruchtende Substanz anzusehen sind. Aus der Bildungsgeschichte der Pollenkörner, wie es auch in Fig. 1. Tab. XII. dargestellt ist, wissen wir, dafs die Pollenkörner bei ihrem ersten Auftreten mit einem Zellenkerne und einer trüben und feingekörnten Flüssigkeit gefüllt sind. Im ausgebildeten Zustande zeigt dieser Inhalt weniger feinere Moleküle, dagegen eine mehr oder weniger grofse Anzahl von gröseren, ziemlich regelmäfsig geformten Partikelchen, deren Bildung wahrscheinlich aus dem Zellenkerne hervorgegangen ist, denn dieser fehlt im ausgebildeten Pollenkorne stets, und die Analogie mit der Bildung der Zellensaft-Kügelchen aus dem Zellenkerne leitet auf diese Deutung. Diese gröfseren Partikelchen, welche bei einer und derselben Pflanzen-Art ziemlich von gleicher Gröfse und gleicher Form sind, scheinen aus einem condensirten Schleime, d. i. Gummi, zu bestehen, sie werden durch Jodine gelbbräunlich, bei einigen Pflanzen nicht selten etwas in's Bläuliche fallend gefärbt, und lösen sich in heifsem Wasser auf. Sie sind

es, welche hauptsächlich von unseren Vorgängern mit den Saamenthierchen der Thiere verglichen wurden, über deren Form und Bewegung sogleich mehr gesprochen werden soll.

Zuweilen geschieht die Ausbildung des Pollen-Inhaltes abnorm und es sind besonders einige Pflanzen, welche eine überaus grofse Masse von Pollen entwickeln, wie z. B. die Coniferen, die diese abnorme Bildung der Fovilla häufiger, als andere Pflanzen zeigen. Anstatt der Bildung der Saamenthierchen, findet in diesen abnormen und sterilen Pollenkörnern die Bildung von Amylum-Kügelchen statt, womit zuweilen das ganze Korn gefüllt ist. In einzelnen Antheren der Abietineen findet man zuweilen fast alle Pollenkörner mit Amylum gefüllt, während die normal ausgebildeten hiervon keine Spur zeigen. Bei allen anderen Landpflanzen, deren Pollen ich untersucht habe, gehört dieses Auftreten von Amylum im ausgebildeten Zustande des Pollens zu den gröfsten Seltenheiten; unter Millionen von Körnern findet sich ein einzelnes, welches Amylum enthält, und diese Bildung könnte uns zu der Vermuthung Anlafs geben, dafs der Inhalt der Pollenkörner wahrscheinlich gänzlich, oder doch gröfstentheils aus Stoffen gebildet ist, welche, ähnlich wie Amylum, Gummi, Schleim und Zucker aus Kohle und Wasser bestehen. Ob dieser Inhalt Stickstoff-haltig ist, ob viel oder wenig Stickstoff-haltige Substanzen darin vorkommen, das möchte sehr schwer auf dem Wege der Analyse zu entscheiden sein; den auffallenden spermatischen Geruch, welchen der Pollen einiger Pflanzen, als z. B. des Berberitzen-Strauches, der weifsen Seerose u. s. w. zeigt, könnte man auch zum Theil von den abgesonderten öligen Stoffen ableiten, welche auf der Oberfläche der Pollenkörner abgelagert sind.

Jenes Vorkommen der Amylum-Kügelchen in den Pollenkörnern war die hauptsächlichste Ursache, wefshalb neuere Schriftsteller, welche über den Pollen geschrieben haben, die Beobachtungen ihrer Vorgänger über die sogenannten Saamenthierchen der Pflanzen, als unrichtig er-

klären zu können glaubten; ihre Vorgänger hatten diesen Gegenstand jedoch umständlicher beobachtet.

Mitunter kommen noch andere abnorme Bildungen der Fovilla vor, wie ich z. B. bei Muscari racemosum und noch in einigen wenigen anderen Fällen bemerkt habe; hier war der Inhalt der ausgebildeten Pollenkörner eine gelbliche, aus mehreren verschieden grofsen Klümpchen bestehende Masse, welche zum Theil durch Jodine blau, und zum Theil bräunlich gefärbt wurde. Bei dem Aufspringen der Pollenkörner zerfielen diese Massen während der Beobachtung in eine grofse Menge von kleinen, ziemlich gleichgrofsen und kugelrunden Molekülen, welche die lebhafteste Bewegung zeigten. Es zeigte sich also auch hier ein ähnliches Zerfallen solcher, aus Amylum oder Gummi bestehenden Massen in kleine Moleküle, wie ich es schon früher in den Zellen des Laubes der Marchantien beobachtet habe.

Aufser den gröfseren Partikelchen, welche jene kleine Anzahl von Pflanzen zeigen, findet man in dem Schleime der ausgebildeten Fovilla eine unendliche Anzahl von äufserst kleinen Molekülen, welche fast immer vollkommen rund erscheinen und zwar, wenn sie nicht gerade vollkommen im Fokus des Instruments liegen, als schwarze Pünktchen; stellt man sie dagegen gehörig in den Fokus, so erscheinen sie ganz deutlich, als äufserst kleine und durchsichtige Kügelchen von etwas gelblicher Farbe. Ich nenne diese kleinen Kügelchen, zum Unterschiede von den Saamenthierchen: die spermatischen Moleküle; sie zeigen eine sehr auffallende lebhafte Molekular-Bewegung, welche sich von der Bewegung anorganischer Moleküle sogleich unterscheidet. Bei den spermatischen Molekülen ist nicht nur eine unregelmäfsige flimmernde Bewegung zu sehen, sondern, wenn man mehrere, neben einander liegende Moleküle der Art lange Zeit fest im Auge hält, so wird man sehen, dafs die einzelnen Kügelchen eine Bewegung zeigen, welche von jenen der Monaden nicht sehr verschieden ist, kurz man wird in diesen Bewegungen den

spermatischen Kügelchen eine gewisse Willkühr wahrzunehmen glauben. Die neben einanderliegenden Moleküle zeigen nicht nur eine gleichmäfsige tanzende Bewegung, sondern, wenn sie zusammenstofsen, suchen sie sich auszuweichen und man sieht zuweilen, wie ein einzelnes Kügelchen rund um drei und vier andere herumläuft u. s. w. Ja es ist auch zu beobachten, dafs diese spermatischen Moleküle mit ihrer umhüllenden Schleimmasse aus jener lebhaften Molekular-Bewegung in eine Strömung nach bestimmten Richtungen hin, übergehen können; so habe ich in einem stark angeschwollenen Pollenkorne der Kaempferia rotunda diese Moleküle aus ihrer allgemeinen Bewegung in eine, nach bestimmten Richtungen hin übergehen sehen, es bildeten sich hiebei mehrere Ströme, welche von der Oberfläche der inneren Pollenkornhaut zu dem Ballen der Mitte, und von der Mitte wiederum zur Oberfläche in radialen Richtungen hin verliefen. Schon von Amici wurde die Beobachtung bei der Portulaca gemacht, dafs sich in einem neugebildeten Pollenschlauche eine Rotations-Strömung zeigte; die Fovilla stieg aus der Höhle des Pollenkornes hervor, stieg in den Schlauch herab, bewegte sich bis zur Spitze desselben, wendete um und stieg auf der entgegengesetzten Seite des Schlauches wieder in das Pollenkorn zurück. Diese Beobachtung ist später von mehreren Botanikern an sehr verschiedenen Pflanzen wiederholt; sie tritt nur dann ein, wenn das Pollenkorn durch seine Structur einer bedeutenden Vergröfserung durch Einsaugen von Wasser fähig ist, so dafs dadurch die Fovilla nicht mehr in so gedrängten Massen auftritt. Wir sehen also auch in diesen Fällen einen Uebergang der Molekular-Bewegung in die Bewegung nach bestimmten Richtungen, wodurch Erscheinungen hervorgebracht werden, welche mit den Rotations-Strömungen in den Zellen zusammenzustellen sind, worauf wir auch schon mehrmals im zweiten Theile dieses Buches aufmerksam gemacht haben.

Die gröfste Zahl der Pflanzen zeigt iu ihrer Fovilla

nur diese spermatischen Moleküle, welche im Allgemeinen bei einer und derselben Pflanze von ziemlich gleicher Gröfse und von gleicher Form sind; in Hinsicht der Gröfse giebt es hier, unter den verschiedenen Molekülen, keine gröfseren Abweichungen, als man zwischen den verschiedenen Individuen einer und derselben Thier- oder Pflanzen-Art findet. In Hinsicht der Form sind jedoch die spermatischen Moleküle einander gleich, denn sie sind stets kugelrund, doch ist es durchaus nöthig, dafs man sich zur genauen Bestimmung derselben eines vorzüglich guten Instrumentes bedient, und wo möglich bis zu 2000facher Vergröfserung hinaufgeht; die stärksten Linsen von Ploessl und die stärksten Oculare des Mikroskopes von Amici in Verbindung gesetzt, leisten hiebei sehr viel. Ueberhaupt kann man gerade diese spermatischen Moleküle zum Prüfstein der Güte der Linsen benutzen; die weniger guten zeigen dieselben stets als dunkele Pünktchen.

Man hat alle nur möglichen Gründe aufgesucht um die eigene Bewegung dieser spermatischen Moleküle entweder zu bestreiten, oder doch wenigstens als eine Erscheinung ohne alle Bedeutung darzustellen. Ein sehr geschickter Beobachter kam dabei zu den Strömungen, welche durch die Temperatur-Veränderung im Inneren aller Flüssigkeiten vorkommen, und glaubte hierin die Ursache gefunden zu haben, doch man beobachte nur die spermatischen Kügelchen aus den reifen Pollenkörnern des Kürbisses mit gehöriger Aufmerksamkeit, und man wird die Ursache der Bewegung in den Molekülen selbst annehmen müssen. Diese Bewegungen der spermatischen Moleküle des Kürbisses hat Herr v. Mirbel*) aufserordentlich trefflich beschrieben.

Es fragt sich nun in welchem Zusammenhange diese spermatischen Moleküle mit den gröfseren Partikeln der Fovilla stehen, welche in einigen Pflanzen von sehr bestimmter Form vorkommen, eine besondere Bewegung

*) Complément des observ. sur le Marchantia etc. pag. 70.

zeigen und von einigen Beobachtern, als die eigentlichen vegetabilischen Saamenthierchen ausgegeben sind. Bei den Oenotheren, so wie bei den Onagreen im Allgemeinen, sind diese grofsen spermatischen Körperchen höchst auffallend gebildet; es sind ziemlich regelmäfsige cylindrische Gebilde, deren Längendurchmesser 4, 5 und 6 mal so grofs, als der Breitendurchmesser ist. An den Enden sind sie etwas zugespitzt; sie sind meistens gerade, aber auch sehr viele treten mehr oder weniger gekrümmt auf, ja auch eine S förmige Krümmung ist an diesen Körperchen nicht selten; ihre Bewegung ist zu gewissen Zeiten eben so lebhaft als die der kleinen spermatischen Kügelchen, welche in der Fovilla mit jenen gröfseren ebenfalls in grofser Menge vorkommen und, wie ich es bei den Onagreen und der Kaempheria rotunda gesehen habe, durch Theilung der gröfseren entstehen können. Die Bewegungen der gröfseren Moleküle bei den Oenotheren sind zuweilen nicht nur ähnlich einer lebhaften Molekular-Bewegung, sondern man bemerkt auch, dafs die einzelnen Körperchen in einer bestimmten Richtung, sich bald nach dieser, bald nach jener Seite schlängelnd bewegen, ähnlich den Bewegungen der Frustulien. Die Herrn Robert Brown und Brongniart wollen an diesen länglichen Körperchen nicht nur eine Orts-Veränderung durch freie Bewegung beobachtet haben, sondern auch eine Krümmung derselben in ihrer Achse, so dafs die der Oenothera und des Hibiscus sich bald zu einem Kreise krümmten, sich bald mehr S förmig gestalteten. Ich habe diese Krümmungen mit aller Aufmerksamkeit unter den neueren Mikroskopen beobachten können, und wundere mich, dafs man die Thatsachen zu bestreiten gesucht hat. In Hinsicht der Gröfse sind die Körperchen unter sich viel mehr verschieden, als die kleinen spermatischen Moleküle; es giebt gröfsere, welche die kleineren um das zwei- und dreifache an Ausdehnung übertreffen, aber in Hinsicht der Form sind sie doch immer in der Fovilla einer und derselben Pflanzen-Art sehr übereinstimmend, nur mufs man nicht diese gröfseren spermati-

schen Körperchen mit den kleineren in Vergleich stellen. Es ist gar nicht selten, besonders bei den Onagreen, dafs diese gröfseren spermatischen Körperchen bei der Berührung mit Jodine einige bläulich violette Färbung annehmen; ein minder gutes Instrument zeigt dieselben fast ganz dunkel, bei einem guten Mikroskope von Ploessl mit achromatischen Ocularen von Amici, sieht man jedoch, dafs die Färbung nur theilweise der Oberfläche zugehört, und man kann daraus schliefsen, dafs auch bei ihrer Bildung das Amylum in Anwendung gesetzt ward, was aber, meiner Ansicht nach, durchaus nichts Auffallendes ist, denn möge man jenen spermatischen Kügelchen Bedeutung und Namen zuschreiben, wie man will, so bleiben sie doch immer vegetabilische Produkte, welche also auch eine vegetabilische Zusammensetzung zeigen müssen, was noch etwas klarer werden wird, wenn wir in der Folge unsere Beobachtungen über den Befruchtungsprozefs der Pflanzen mittheilen werden.

Die Frage, ob man berechtigt ist die spermatischen Moleküle der Pflanzen mit den Saamenthierchen der Thiere in Vergleich zu stellen, ja sie als Saamenthierchen der Pflanzen zu bezeichnen, werden wir ebenfalls erst ganz am Schlusse des folgenden Capitel's, wenn wir eine gröfsere Einsicht über diesen Gegenstand erlangt haben, mit Vortheil beantworten können.

Viertes Capitel.

Von den männlichen Geschlechts-Organen der cryptogamischen Gewächse.

Es ist hier nicht der Ort den ganzen Formkreis nachzuweisen, welchen die cryptogamischen Gewächse bei der Bildung der männlichen oder befruchtenden Geschlechts-

Organe aufzuweisen haben; zur Erreichung unseres Zweckes genügt es das Auftreten dieser Gebilde im Allgemeinen kennen zu lernen, und die befruchtende Substanz in ihrem physischen Verhalten mit der gleichbedeutenden der höheren Pflanzen zu vergleichen, bei der späteren Betrachtung des weiblichen Organes dieser Gewächse werden wir dann die Art und Weise andeuten können, wie hier die Befruchtung ausgeführt wird.

Seit der Aufstellung der Linné'schen Theorie von dem Geschlechte der Pflanzen hat man sich eifrigst bemüht, auch bei den cryptogamischen Gewächsen die Geschlechts-Verschiedenheit unter den Fructifications-Werkzeugen nachzuweisen; die Schriften von Koelreuter *) und von Hedwig **) haben zu ihrer Zeit grofse Epoche gemacht. Die Geschlechts-Verschiedenheit ward unter den Fructifications-Organen der Moose und der Lebermoose mit Bestimmtheit nachgewiesen, ja bei der ersteren Familie dürfen über diesen Gegenstand heutigen Tages keine Zweifel herrschen, und bei den Lebermoosen kennt man gegenwärtig fast bei allen Gattungen die männlichen und die weiblichen Fructifications-Organe. Man glaubte aber auch bei den übrigen Abtheilungen der Cryptogamen die Geschlechts-Verschiedenheit in den Fructifications-Organen aufgefunden zu haben, doch was wir hierüber in der neuesten Zeit zu wissen glauben, das gehört eigentlich auch den Untersuchungen dieser Zeit an.

Die grofse Familie der Farrn, welche so ausgezeichnet schöne, grofse und hochausgebildete Pflanzen aufzuweisen hat, macht bekanntlich schon wegen der unvollkommenen Saamenbildung eine grofse Ausnahme von der Regel, und diese Unvollkommenheit ist mit der unvollkommensten Blüthenbildung begleitet. Die Saamen der Farrn verhalten sich in Hinsicht ihrer Structur, ihrer Bildung und Keimung den Saamen der Moose ganz ähnlich, daher die Analogie

*) Das entdeckte Geheimnifs der Crytogamie. Carlsruhe 1777.

**) Theoria generationis et fructificationis plantarum cryptogamicarum Linnaei. Edit. sec. 1798.

schon darauf hinweist, dafs auch bei den Farrn ähnliche Verschiedenheit unter den Fructifications-Organen vorhanden sein möchte, wie bei den Moosen, man war jedoch im Allgemeinen in der Deutung derselben sehr unglücklich. Maratti*) hat die Blüthen der Farrn für hermaphroditisch erklärt, was mit der neuesten Ansicht über diesen Gegenstand allerdings zusammenzustellen wäre, doch ist mir hierüber nichts Näheres bekannt, indem mir jene Schrift nie zu Gesicht gekommen ist. Ich übergehe hier alle die unrichtigen und oberflächlichen Angaben über die männlichen Geschlechts-Organe der Farrnkräuter und führe nur die Ansicht von Gaertner und Herrn v. Mirbel auf, nach welcher in jeder Saamenkapsel zugleich die befruchtende Substanz der Saamen enthalten sein soll. Diese Ansicht beruht offenbar auf der Beobachtung, dafs die unreifen Saamenkapseln der Farrn, wenn sie zerquetscht werden, neben den jungen Sporen noch eine schleimige und etwas gekörnte Masse hervortreten lassen, welche man vielleicht für eine, der Fovilla höherer Pflanzen ähnliche Substanz ansehen zu können glaubte. Ich habe diese Substanz sehr oft beobachtet, sie nimmt an Masse ab, je mehr sich die Sporen der Reife näheren; sie ist aber sicherlich mit der befruchtenden Substanz der Antheren anderer Pflanzen nicht zu vergleichen, denn sie enthält keine selbstbeweglichen Moleküle. Ich halte es gegenwärtig für das characteristischte Kennzeichen der Pollensubstanz, dafs sie entweder mehr oder weniger deutlich ausgebildete Saamenthierchen enthält, welche mit denen der Thiere zu vergleichen sind, oder wenigstens regelmäfsig geformte Partikelchen mit lebhafter Molekular-Bewegung aufzuweisen hat.

Neuerlichst hat Herr Presl**) mit grofser Bestimmtheit ausgesprochen, dafs die Antheren der Farrn als linsenförmige, ovale oder kugelförmige gestielte Organe innerhalb

---

*) De vera florum existentia in plantis dorsiferis. Romae 1760. Edict. sec. auct. Huper. Götting 1798.

**) Tentamen Pteridographiae seu genera filicacearum praesertim juxta venarum decursum et distributionem exposita. Pragae 1836.

der Soren oder Fruchthäufchen auftreten, nur in einem sehr jungen Zustande dieser zu finden und dann mit einer opaken Substanz gefüllt sind, die nach dem Aufspringen der Antheren entleert wird, worauf diese zusammenfallen, vertrockenen und als bräunlich gefärbte und vielgestaltete Körper zurückbleiben. Auch hat Herr Presl die Abbildungen dieser Antheren von Asplenium Trichomanes und von Polystichum aculeatum auf der eilften Tafel der angeführten Schrift gegeben, sagt aber nicht, dafs er dieselben auch noch bei anderen Gattungen beobachtet hat. Wie ich glaube, so hat Herr Presl diese Ansicht über das Vorkommen der Antheren bei den Farrn zuerst mit Bestimmtheit publicirt, doch herrschte dieselbe schon seit einer langen Reihe von Jahren bei mehreren Botanikern und auch Herr Corda war schon ein eifriger Vertheidiger derselben, als er im Jahre 1833 nach Berlin kam.

Ich selbst habe die Früchte der Farrnkräuter sehr häufig beobachtet um mich von dem Vorkommen der Antheren neben den Kapseln zu vergewissern, doch nur in wenigen Fällen ist es mir gelungen dieselben aufzufinden und sie mit Bestimmtheit von den jungen Kapseln zu unterscheiden, was meistens sehr schwer ja unausführbar ist. Die Beobachtung lehrt, dafs die junge Kapsel in gleicher Form und gleicher Structur mit der Anthere der Farrn auftritt, daher man sehr leicht die jungen Kapseln, an welchen der Annulus noch nicht ausgebildet ist und auch die Sporen noch nicht darin zu erkennen sind, für gewöhnliche Antheren ansehen kann, wie z. B. bei Polypodium vulgare, wo ich ebenfalls noch keine Antheren erkannt habe. Characteristisch für die Bestimmung der Antheren scheint dagegen ihre Befestigung an dem Stiele der Kapsel, was bei unserem gemeinen Aspidium Filix mas so überaus deutlich zu sehen ist. Hier ist das Fruchtstielchen am oberen Ende gleich einem einfach gegliederten Härchen gebauet, während das untere Ende, von welchem der Antherenstiel seitlich, als ein feines Härchen abgeht, wenigstens zwei Reihen Zellen zeigt. Die Anthere ist hier

von ellipsoidischer Form, ist bedeutend kleiner als die Fruchtkapsel, und enthält bei ihrer Ausbildung eine schleimige und gekörnte Masse, welche nach dem Zerdrücken der Anthere hervortritt und eine grofse Anzahl von lebhaft selbstbeweglichen Molekülen enthält. In allen Fällen, wo ich bis gegenwärtig wirkliche Antheren zu unterscheiden vermochte, da safsen dieselben seitlich auf dem Stiele der Saamenkapsel und da dieselben, ihrer aufserordentlichen Kleinheit wegen, so äufserst schwer zu isoliren sind, so hält es auch sehr schwer eine genauere Untersuchung der Pollenmasse anzustellen; ich sah darin mitunter einzelne, gröfsere Klümpchen von regelmäfsiger Form, und so wäre es wohl möglich, dafs auch hierin geschwänzte Saamenthierchen vorkommen, wie wir sie sogleich bei den Moosen nachweisen werden, doch bis jetzt habe ich sie nicht gesehen.

Bei den Laubmoosen wurden die Antheren zuerst durch Hedwig richtig erkannt, er zeigte durch genaue Aussaat-Versuche, dafs die in den Mooskapseln vorkommenden feinen Körnchen, welche man vor ihm für Pollenkörnchen gehalten hatte, die wahren Saamen der Moose wären. Bei den Lebermoosen wurden dagegen die Antheren zuerst durch Schmiedel *) entdeckt, doch sind dieselben auch gegenwärtig noch nicht bei allen Gattungen dieser Familie genau bestimmt, obgleich ihr allgemeines Vorkommen bei diesen Gewächsen über allen Zweifel hinausgestellt sein möchte. Die Structur der Antheren bei den Laub- und Lebermoosen ist sehr einfach; denn sie bestehen aus einer einfachen zelligen Haut, welche die befruchtende Substanz, die wir die Pollenmasse nennen werden, unmittelbar umschliefst. In Hinsicht ihrer Form sind sie für die Laub- und Lebermoose im Allgemeinen sehr characteristisch verschieden; bei den ersteren bilden sich mehr oder weniger lange und grofse cylindrische Schläuche, welche unmittelbar aufsitzen, während die Antheren der Lebermoose mehr

---

*) Icones plantarum et analyses partium. 1762—1797.

ellipsoidisch oder selbst eyförmig auftreten und in allen Fällen, wo sie nicht im Laube selbst versenkt sind, mit mehr oder weniger langen Stielchen versehen sind. Bei den Laubmoosen öffnen sich diese Antheren an der Spitze, welche in sehr vielen Fällen, wie z. B. bei Hypnum durch eine einfache kegelförmige Membran geschlossen ist, während der ganze übrige Theil der Wände aus Zellen zusammengesetzt ist; bei den Lebermoosen scheint das Aufspringen bei der Befruchtung weniger regelmäfsig vor sich zu gehen. Die Form der Antheren giebt jedoch keineswegs bestimmte Unterscheidungszeichen zwischen Laub- und Lebermoosen, denn die Gattung Sphagnum, das gewöhnliche Torfmoos, zeigt Antheren, welche in jeder Hinsicht mit denen der Lebermoose übereinstimmen, während die Früchte diese Gattung fast entschieden zu den Laubmoosen stellen.

Die Fructifications-Organe der Moose treten in besonderen Hüllen auf, welche durch dachziegelförmig über einander liegende und sehr gedrängt stehende Blättchen gebildet werden, und von den Botanikern verschiedene Benennungen erhalten haben, je nachdem sie die weiblichen oder die männlichen Fructifications-Organe einschliefsen; im ersteren Falle nannte man diese Hülle perichaetium und im anderen Falle perigonium. Es ist jedoch schon von mehreren Botanikern gezeigt worden, dafs diese besonderen Benennungen höchst unstatthaft sind, denn es ist allgemein bekannt, dafs bei den meisten Moosen die männlichen und die weiblichen Geschlechts-Organe nebeneinander vorkommen. Man mufs vielmehr diese Anhäufungen von Deckblättchen, welche für die Aufnahme der Fructifications-Organe bestimmt sind, für Involucra halten, und in den sogenannten Saftfäden (paraphyses), welche rund um die Basis der Antheren befestigt sind, vielleicht eine Andeutung von Blüthenhüllen suchen. Diese Saftfäden sind gegliederte Härchen, welche gewöhnlich etwas länger, als die Fructifications-Organe sind und zuweilen, wie z. B. in den grofsen Involucren des Mnium

palustre in überaus grofser Anzahl auftreten. Die Zellen dieser Fäden enthalten anfangs grüngefärbte Zellensaft-Kügelchen; die äufsersten sind zuweilen mehr oder weniger stark keulenförmig angeschwollen, wodurch die Fäden bei verschiedenen Arten und Gattungen ein sehr verschiedenes Ansehen darbieten, welches zur systematischen Bestimmung dieser Gewächse zu benutzen ist. Eine besondere Function hat man an den Paraphysen noch nicht erkennen können, auch scheinen sie keine regelmäfsige Stellung zu besitzen, sondern sich ganz nach dem Auftreten der Fructifications-Organe zu richten. Man hat die Frage aufgeworfen, ob die Menge von Fructifications-Organen, sowohl die männlichen als weiblichen, welche meistens in einem und demselben Involucrum der Moose auftreten, einer einzelnen Blume oder ob sie einem ganzen Blüthenstande angehören, und man hat sich für die letztere Ansicht ausgesprochen, zu deren Beweisführung ich an einem anderen Orte, wenn von den weiblichen Fructifications-Organen die Rede sein wird, ebenfalls mehrere Gründe anführen werde.

Bei den Lebermoosen ist das Vorkommen der männlichen Fructifications-Organe bei verschiedenen Gattungen und Arten höchst auffallend verschieden, worüber die ausgezeichneten neuen Arbeiten, der Herrn Nees von Esenbeck*), G. W. Bischoff**) und Lindenberg***) die vollständigsten Nachweisungen geben, worauf ich verweisen mufs. Im Allgemeinen kann man die folgenden Charactere als die wichtigsten hervorheben: Die Antheren der Lebermoose sind nämlich entweder freistehend, wie bei den Moosen und besitzen alsdann kleine Stiele, womit sie in den Winkeln der Blättchen befestigt sind, welche die Spitzen der

---

*) Naturgeschichte der Europäischen Lebermoose. Berlin 1833 I. pag. 75 etc.

**) Bemerkungen über die Lebermoose. — Nova Acta Acad. C. L. C. Tom. XVII. P. II. pag. 926 etc.

***) Monographie der Riccien. — Nova Acta Acad. C. L. C. Tom. XVIII. P. I. pag. 392.

Stengel bekleiden. Bei den Jungermannien wie bei der Moosgattung Sphagnum sind sie mehr oder weniger kugelförmig, oft auch etwas elliptisch geformt, und fast immer findet man mehrere in einem Blattwinkel neben einander sitzend. Bei mehreren Jungermannien findet man auch dergleichen gegliederte Fäden im Umfange der Antheren, wie wir sie vorhin unter dem Namen der Paraphysen bei den Moosen kennen gelernt haben. Bei den übrigen Laubmoosen findet man die Antheren nicht frei, sondern entweder in der Substanz des Laubes eingesenkt, wie bei den Riccieen oder in der Substanz eines eigenthümlichen Fruchtbodens auftreten, wie z. B. bei den Marchantien, wo die Antheren von ausgezeichneter Gröfse auftreten und noch in eigenthümlichen, flaschenförmig gestalteten und nach oben geöffneten Säcken eingeschlossen sind, welche aus einer ziemlich dicken Haut gebildet werden, die eine einfache Zellenschicht aufzuweisen hat, und sich häufig durch röthliche oder violettrothe Farbe auszeichnet, welche durch den gefärbten Zellensaft verursacht wird. Die Antheren der Marchantien sind von langgezogener Eyform und sitzen wie bei den Moosen; schneidet man die männlichen Receptacula der Marchantien durch, so treten stets einige der Antheren als feine weifse Körnchen hervor. Bei vollkommener Reife platzen sie, und die Pollenmasse wird durch die vorhin angegebenen Oeffnungen der Antherenhüllen auf die Oberfläche des Receptaculum's geführt und zwar, wie es mir scheint, durch blofse Einsaugung der Feuchtigkeit; denn obgleich ich diese Antheren zu allen Zeiten sehr häufig beobachtet habe, so ist mir doch niemals ihre Contraction bemerkbar geworden, durch welche sie etwa die Pollenmasse austreiben könnten. Bei den einfachen Lebermoosen, wie bei den Riccieen sind die Antheren ebenfalls mehr eyförmig und unmittelbar im Laube eingesenkt, kommen aber zur Zeit der Reife an die Oberfläche und bei einigen Gattungen werden sie in ihrem Auftreten durch Wärzchen und andere hervorragende Bildungen angedeutet, welche von den oberflächlichen Zellen

des Laubes ausgehen und meistens auch auffallend gefärbt sind.

In der neuesten Zeit hat man die Hedwig'sche Benennung der männlichen Fructifications-Organe der Laub- und Lebermoose, welche derjenigen bei den phanerogamischen Gewächsen gleich ist, vielfach angefochten, indem man glaubte, dafs der Name Anthere unpassend sei, da die Anthere der Phanerogamen die Pollenkörner und nicht die Fovilla oder die befruchtende Substanz unmittelbar einschliefst; es wird sich jedoch aus der folgenden Betrachtung des Inhaltes dieser Antheren ergeben, dafs sie keineswegs die Fovilla unmittelbar einschliefsen. Herr Bischoff glaubt die männlichen Fructifications-Organe der Moose am passendsten mit dem Namen: Antheridien (antheridia) belegt zu haben, wobei dann der obere, sackförmig geschlossene Theil Antheridienschlauch (utriculus antheridii), das Stielchen Pedicellus und der Inhalt Fovilla genannt werden soll, ich glaube jedoch, dafs es dieser neuen Benennungen nicht bedurfte, denn das Antheridium ist unzweifelhaft das männliche Befruchtungsorgan der Moose, also den männlichen Geschlechts-Organen der höheren Pflanzen parallel zu stellen, an welchen die Anthere, mit der darin enthaltenen Pollenmasse das Wichtigste ist, welches niemals fehlt; was wir denn auch bei den Moosen ganz genau wiederfinden, wenn auch, wie es die Structur der Moose überhaupt erfordert, noch etwas einfacher gebildet, als bei den niederen Phanerogamen, jedoch wahrlich nicht viel einfacher, als bei der Gattung Ceratophyllum, wo es doch Niemanden einfallen wird besondere Namen für die befruchtenden Geschlechts-Organe aufzustellen*).

---

*) Anmerkung. Es ist eine sehr allgemeine Klage unter den Botanikern, dafs man einem und demselben Organe bei verschiedenen Familien, ja zuweilen sogar bei verschiedenen Gattungen besondere Namen beigelegt hat, und es läfst sich sehr wohl nachweisen, dafs der Wissenschaft dadurch kein Vortheil, wohl aber dem Studium derselben grofser Nachtheil erwächst. Heutigen Tages mufs man sich gegen jede neue Benennung in der Botanik auflehnen, welche

Die Vermuthungen, welche wir über die Bedeutung der Saamenthierchen der Pflanzen und der spermatischen Moleküle überhaupt in dem vorhergehenden Capitel aufgestellt haben, werden durch die neuen Untersuchungen über den Inhalt der Antheren der Cryptogamen sehr glänzend bestätigt; doch ehe ich die neuen Beobachtungen über diesen Gegenstand vortrage, wird es nöthig dieselben ebenfalls historisch zu beleuchten, und damit zu zeigen, wie sich die Resultate dieser Untersuchungen allmälig gestaltet haben.

Die erste Beobachtung über die freie Bewegung der in den Antheren der Cryptogamen enthaltenen Bläschen, fand ich in den Schriften des vortrefflichen Schmiedel*) verzeichnet; er beobachtete die reifen Antheren der Iungermannia pusilla und sah, dafs durch das eingesaugte Wasser eine Menge von Molekülen von verschiedener Grösse aus den Zellen ausgetrieben wurden, sie waren durchsichtig und hatten eine runde oder ovale Gestalt, variirten etwas in der Gröfse, waren aber alle bewegt. Sie oscillirten nach Art der Infusorien, aber, wie Schmiedel glaubte, nicht allein durch eine eigene, ihnen inwohnende Kraft, sondern auch vermittelst der mechanischen Explosion beim Austreten aus ihren Antheren, doch schienen sie überhaupt mit lebender Bewegung begabt zu sein, besonders fiel ein nierenförmiges Bläschen auf, welches grösser war und sich schnell bewegte. Eine zweite Beobachtung der Art, wurde

---

nicht absolut nothwendig ist, die sogenannten besseren oder verbessernden Namen sind nur zur Belästigung des Gedächtnisses, denn die älteren müssen stets miterlernt werden, wenn man auch denselben besondere Benennungen gegeben hat, daher der Nutzen dieser letzteren gar nicht einzusehen ist. In einem besonderen Bande, welcher sich diesem physiologischen Werke als fünfter Band anschliefsen wird, werde ich einen Versuch machen die morphologischen Verhältnisse der Pflanzen speciell abzuhandeln, und bei der dabei hervorgehenden Nomenclatur vermittelnd zwischen den verschiedenen Benennungen gleichbedeutender Organe aufzutreten suchen.

*) Icones plantar. et analys. partium Fasc. I. Tab. XXII.

durch Fr. Nees von Esenbeck *) an den Antheren von Sphagnum capillifolium angestellt, welcher sah, dafs die Antheren jener Pflanze, unter Wasser gebracht, an der Spitze zerrissen, sich zurückschlugen und den Inhalt hinaustrieben. Dieser ausgetriebene Inhalt erschien gleich unregelmäfsigen, eckigen, durchsichtigen Zellchen, in welchen wieder mehrere kleine Bläschen sichtbar waren. Ein Theil der herausgetretenen Masse löste sich schnell in dem Wassertropfen und zerfiel in zahllose, äufserst kleine Monaden, die sich lebhaft bewegten und in der Art dieser Bewegung ihre animalische Natur nicht verkennen liessen.

Um die Zeit, als ich meine Beobachtungen und Bemerkungen über die Gattung Chara **) publicirte, war man gröfstentheils geneigt die Antheren der Charen, als Knospen oder überhaupt als Keime der Fortpflanzung anzusehen; ich stellte jedoch die Ansicht auf, dafs in den Schleimfäden, welche die Charen-Antheren in grofser Menge anfüllen, die vegetabilischen Saamenthierchen ***) fadenförmig aneinander gereiht wären, die auch in einer späteren Zeit der Entwickelung die Schläuche zu verlassen schienen †). Ich erkannte damals diese Saamenthierchen als kleine Kügelchen, doch weder ihren Austritt sah ich unmittelbar, noch ihre Bewegung. Später machte Herr G. W. Bischoff ††) die Beobachtung bekannt, dafs er in dem Schleim der frisch aufgeplatzten Kügelchen (Antheren!) der Chara hispida ein lebhaftes Gewimmel von Infusorien beobachtet habe; sie schienen aus 3 — 6 kleinen Punkten zu bestehen, welche durch Querlinien, wie mit Stielchen zusammenhingen, und zeigten eine solche Bewegung, dafs sie alle möglichen eckige Figuren bildeten, welche sich jedoch jeden Augenblick wieder veränderten; zuweilen folgte noch ein einzelnes Pünktchen mit seinem Stielchen, wie ein bewegliches

*) Flora von 1822. Nr. 3.

**) S. Linnaea von 1827. pag. 55.

***) l. c. pag. 63.

†) l. c. pag. 60.

††) Die Chareen und Equisetaceen etc. Nürnberg 1828. pag. 13.

Schwänzchen, der Hauptfigur nach. Obgleich nun, sagt Herr Bischoff, in den Schleimfäden des Kügelchen's (Antheren!) die Querstreifen gröfstentheils verschwunden waren, so möchte es doch zu sehr gewagt sein, wenn man annehmen wollte, dafs jene infusorienartigen Gebilde die aus den Fäden hervorgetretenen und theilweise noch zusammenhängenden Querstreifen seien, u. s. w.

Im Jahre 1834 hat J. C. Varley*) seine früheren Beobachtungen über die Bewegungen in den Charen vervollständigt, und an der Chara syncarpa Thuill. (welche Agardh Nitella hyalina genannt hat) in Bezug auf die Saamenthierchen sehr interessante Beobachtungen gemacht; J. Varley sah diese Gebilde, welche er ihrer Form wegen mit Locken vergleicht, in den Zellen der Pollenfäden liegen, und bemerkte, dafs sie plötzlich Bewegung bekommen, aus den Zellen hervortreten und dann 2 bis 3 Spiralwindungen zeigen. An zweien dieser Gebilde sah J. Varley einen sehr feinen Faden, den er gleich einer Peitschenschnur an ihrem Stocke abgebildet hat, und er sah auch eine undulirende Bewegung an dieser feinen Fàser.

Endlich hat auch Herr Fritzsche **) einige Beobachtungen über diesen Gegenstand bekannt gemacht, welche aber denen von Varley nachstehen; er sah in der Zelle der Pollenfäden der Chara syncarpa Spiralfäden, welche 2 oder 3 Windungen zeigten, später hervortraten und eine eigenthümliche Bewegung annahmen.

Im Jahre 1834 wurden die Beobachtungen über die Bewegung der Partikelchen aus den Antheren der Sphagnum-Arten durch Herrn Unger's ***) Untersuchung dieses Gegenstandes sehr wichtig erweitert. Herr Unger fand die Sphagnum-Antheren mit einem durchsichtigen Medium gefüllt, in welchem eine Unzahl lebhafter oder matter sich bewe-

*) Improvements in the vial microscop. — Transact. of the Soc. of Arts, Manuf., Comm. etc. Vol. I.

**) Ueber den Pollen. St. Petersburg 1837. pag. 16. Tab. II.

***) Ueber die Anthere von Sphagnum. Flora von 1834. I. pag. 145.

gender Körperchen enthalten war, deren Agilität durch die Verdünnung der Flüssigkeit mit Wasser zuzunehmen schien. Die kleinen Körperchen in unausgebildeten Antheren zeigten keine Bewegung. Herr Unger erklärte diese Körperchen ganz entschieden für Thiere, und erkannte darin eine neue Art der Gattung Spirillum, welche er Spirillum bryozoon nennt. Die Bewegungen dieser neuen Saamenthierchen waren bald reifsend schnell, bald langsamer, und erfolgten meistens nach Pausen, während welchen sie zu ruhen schienen; auch schwammen sie mit dem spitzigen Ende stets voran, was Herr Unger, so wie die Form derselben, durch Abbildungen verdeutlicht hat. Auch Herr Werneck*) hat diese Saamenthierchen mit einem vorzüglichen Instrumente untersucht, und nach dessen Beobachtungen bestehen die von Sphagnum squarrosum und S. capillifolium aus einem walzenförmigen, etwas sichelartig gebogenen, apfelgrünen Körper, und einem fadenförmigen, meist spiralförmig gewundenen Schwanze, welcher viermal länger als der Körper ist. Die Spirale dieses Schwanzes zeigt 1½ bis 3 Windungen. In der spiralförmigen Bewegung dieses Thieres geht die Drehung von der Rechten zur Linken; doch kommt es hiebei nicht leicht von der Stelle, und bei den Localveränderungen, welche gewöhnlich langsam erfolgen, soll gerade Erschlaffung der Spiralkrümmung beobachtet werden.

Dieses sind die Beobachtungen, welche vorangegangen sind, ehe wir zu den Resultaten gekommen, welche ich im Folgenden über die Saamenthierchen der niederen Pflanzen mittheilen will; eine sehr grofse Reihe von Beobachtungen habe ich über diesen Gegenstand vergeblich angestellt, indem ich die Antheren nicht in dem ausgebildeten Zustande antraf; doch durch beständige Wiederholung derselben bei jeder sich darbietenden Gelegenheit glaube ich endlich ziemlich vollständig über diesen Gegenstand im Reinen zu sein.

Die vielfach verschiedene Form der Antheren bei den

*) Flora von 1834. I. pag. 152.

Laubmoosen ist schon von den Systematikern mehr oder weniger genau beschrieben und abgebildet; sie sind gleich denen der Lebermoose als einfächerige Antheren zu betrachten, deren Wände aus einer einfachen aus Zellen zusammengesetzten Membran bestehen. Die Spitze derselben finde ich meistens aus einer einfachen Zellenhaut bestehend, welche keine Zusammensetzung aus kleineren Zellen zeigt, und gerade am obersten Theile jener Membran entsteht die Oeffnung, durch welche die Pollenmasse in Form einer trüben, schleimigen Wolke hinaustritt. Ist die Anthere noch nicht vollkommen reif, so erkennt man den Inhalt derselben als zusammengesetzt aus kleinen, dicht neben einander liegenden und plattgedrückten viereckigen Zellen, und in den Zellchen bemerkt man ein oder mehrere kleinere Kügelchen (s. Fig. 31. aa Tab. XII. an Hypnum cupressiforme). Tritt aber die Pollenmasse aus der reifen Anthere der Laubmoose hervor, und beobachtet man diese hervortretende Masse unter Wasser und bei hinreichend starker Vergröfserung (3 — 400fach liniar!), so wird man sehen, dafs die Masse aus einem ziemlich zähen Schleime besteht, welcher sich durch Einsaugung von Wasser allmälich verdünnt, und sich oft in lange und feine Fäden zieht. Bei dieser Verdünnung des Schleims werden die unzählbaren zarten und durchsichtigen, ziemlich ganz runden, oder stark linsenförmig zusammengedrückten Zellen sichtbar, welche von demselben eingehüllt waren, und nun bemerkt man, dafs jede der einzelnen scheibenförmigen Zellen eine drehende Bewegung annimmt; doch herrscht in der Richtung dieser Bewegung, selbst bei dicht neben einander liegenden Zellen, keine Regel; oft bewegen sich zwei neben einander liegende Zellen gerade nach entgegengesetzter Richtung, sobald sich der Schleim auflöst, durch welchen sie verbunden waren. Anhaltend fortgesetzte Beobachtung zeigte alsbald, dafs jede dieser Zellen einen sehr eigenthümlich geformten Körper enthält, der etwa so erscheint, wie ihn die Abbildungen in Fig. 31. d, e und f, Tab. XII. aus Hypnum cupressiforme zeigen. Es ist ein

ellipsoidisches gekrümmtes Köpfchen, welches sich allmälich verdünnt und in einen langen Schwanz verläuft, der sich am Rande der Zelle angelagert hat und wieder zum Kopfende zurückläuft. Später beobachtet man jedoch, dafs sich dieser schneckenförmig gewundene Körper frei macht, indem er aus den, an irgend einer Stelle zerrissenen oder zum Theil in Schleim aufgelösten Zellen hervortritt, und sich dann auf eine höchst auffallende Weise bewegt, wobei man zugleich beobachtet, dafs der feine, kaum sichtbare, fadenförmige Schwanz viel länger ist, als er in den Zellen zu bemerken war; gewöhnlich zeigte er die doppelte Länge der Peripherie der Zelle, worin er enthalten war, und oft noch darüber. Schon die Form und das Vorkommen dieser geschwänzten Körperchen in den Antheren deutet darauf hin, dafs sie mit den Saamenthierchen der Thiere in Analogie zu stellen sind, mit welchen sie die vollkommenste Aehnlichkeit haben; wenn man aber erst die lebhafte und mannigfaltige Bewegung derselben beobachtet, so kann hierüber kein Zweifel zurückbleiben.

Auch bei den Gattungen Mnium, Phascum, Polytrichum und Bartramia habe ich ein ziemlich ähnliches Auftreten der Pollenmasse beobachtet, was besonders bei Polytrichum, wo die Antheren sehr grofs sind und überhaupt sehr häufig auftreten, leicht zu wiederholen ist. In Fig. 34, Tab. XII habe ich ein kleines Endchen von einer Anthere von Polytrichum commune dargestellt; bei c d ist dasselbe glatt abgeschnitten und bei a b zerrissen, so dafs die darin enthaltene Pollenmasse bei e hervorsteht. Die Wand der Anthere besteht, wie gewöhnlich, aus einer einfachen Zellenlage, und in diesen Zellen sind grofse und schön grüngefärbte Zellensaftkügelchen vorhanden. Die Pollenmasse besteht in weniger vollkommen ausgebildeten Antheren aus einem gleichmäfsigen, ungefärbten, umhüllenden Schleime und einer grofsen Menge von sphärischen und gleichgrofsen, etwas grünlich gefärbten Klümpchen, welche allmälich immer gröfser werden und sich als zarte Schleimzellen darstellen, wovon eine jede ein besonderes Saamenthierchen

enthält, wie es Fig. 32. zeigt; hier ist ein kleiner Theil der Pollenmasse nach ihrem Hervortreten aus der Anthere dargestellt; dieselbe zeigte eine aufserordentliche Belebtheit, weil sich die Saamenthierchen schon innerhalb dieser Zellen mit grofser Lebhaftigkeit bewegten. In Figur 33, dicht daneben, sind einige solcher Pollenzellen nach stärkerer Vergröfserung dargestellt, und bei e daselbst findet sich auch ein, aus der Schleimzelle hervorgetretenes Saamenthierchen. Diese Saamenthierchen von Polytrichum wie von den meisten Moosen haben ein auffallend starkes, etwas ellipsoidisches Körperende, während das feine fadenförmige Schwanzende etwas über $1\frac{1}{2}$ bis 2 Windungen zeigt. Ich habe bei diesen Pflänzchen, wie auch bei den andern so eben genannten nicht bemerkt, dafs sich die Saamenthierchen sammt ihren Schleimzellen bewegen, sondern ich bemerkte ihre Bewegung nur innerhalb der Schleimzellen oder nach ihrem Austritte. Auch zeigt es sich hier, wie wir später ausführlicher bei den Saamenthierchen der Charen kennen lernen werden, dafs der feine Faden jedesmal an den Stellen der Umbiegungen kleine Pünktchen zeigt, so dafs man schon innerhalb der Schleimzelle, wie bei a Fig. 33, aufser dem dicken Körperende noch 2 Pünktchen daneben sieht, welche aber ihre Lage beständig verändern, indem sich das Schwanzende schon innerhalb der Zelle beständig hin und her schlängelt.

Bei der Gattung Sphagnum verhält sich die Structur des Pollens fast ebenso wie es vorhin angegeben wurde, nur schien mir die Schleimmasse, welche die Saamenthierchen-führenden Zellen einhüllt, nicht so grofs zu sein. In Fig. 29. Tab. XII. sind drei einzelne Zellen mit ihren Saamenthierchen aus der Anthere von Sphagnum acutifolium abgebildet, und dicht daneben in e ist ein einzelnes Saamenthierchen nach einer stärkeren Vergröfserung dargestellt, wobei sich die Verschiedenheit in der Form ihres Körperstückes zu der daneben stehenden Abbildung des Saamenthierchen von Hypnum und Polytrichum sehr deutlich zeigt. Das verdickte Körperende ist sichelförmig und von grünlicher

Färbung, das zarte Schwanzende dagegen ungefärbt; es zeigt 2 bis $2\frac{1}{2}$ Spiralwindungen und bei der Beobachtung desselben sieht man an jeder Seite, wo sich die Windungen umdrehen, ein dunkeles Pünktchen, ähnlich wie bei den Saamenthierchen der anderen Moose. Die Bewegung dieser Saamenthierchen ist überaus mannigfaltig, und hat man dieselben im vollkommen ausgebildeten Zustande und in grofsen Massen, nämlich zu Hunderten und Tausenden auf dem Objektträger, so erregen sie die höchste Bewunderung. Nach dem Zerdrücken der Antheren mufs man noch $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stündchen warten, bis die Saamenthierchen die lebhafteste Bewegung angenommen haben; zuweilen bewegen sich einzelne gleich nach dem Hervortreten. In solchen grofsen Haufen sieht man, dafs sich einzelne Saamenthierchen, welche die Windungen ihres Fadens noch nicht auseinander gestreckt haben, in einer beständig kreisenden Bewegung um ihren eigenen Mittelpunkt befinden; bei anderen mit ausgezogenen Windungen sieht man, wenn sie der Länge nach liegen, eine beständige Drehung um die Längenachse, eine Bewegung, welche mit der vorherigen vollkommen gleich ist. An vielen dieser Saamenthierchen mit ausgezogenem Spiralfaden sieht man die schnellste Orts-Veränderung, indem sie mit dem Fadenende voranschwimmen, sich bald rechts bald links wenden, mitunter aber auch bei dieser vorschreitenden Bewegung beständig um ihre Längenachse rotiren. In dieser Bewegung bleiben die Saamenthierchen 4, 5, 6 und selbst 7 Stunden am Leben und man kann sie selbst auf Glasplatten auftrocknen ganz wie Infusorien. Nähern sie sich der Zeit ihres Absterbens so werden die Bewegungen langsamer und nun sieht man sehr deutlich, dafs das freie Schwanzende an mehreren Stellen eine zitternde Bewegung zeigt, doch unsere Instrumente zeigen noch nicht, wodurch dieselbe bewirkt wird.

Bei den Lebermoosen verhält sich die Structur und der Inhalt der Antheren fast ebenso, wie bei den Laubmoosen, ja die Antheren von Sphagnum sind selbst der Form nach mit denen der Jungermannien genau überein-

stimmend. Gewöhnlich ist die Pollenmasse der Lebermoose eine trübe aber ungefärbte schleimige Masse, doch bei Haplomitrium fand sie Herr Nees von Esenbeck *) von hochgelber Farbe getrübt. Die Pollenmasse zeigt sich im unausgebildeten, wie im ausgebildeten Zustande auf dieselbe Weise, wie bei den Laubmoosen; die kleinen Zellen sind tafelförmig und mehr oder weniger viereckig oder vollkommen rund. Bei den Marchantien, wo die Antheren sehr grofs sind, und ihr Vorkommen in einem besonderen, schildförmigen Träger die Untersuchung derselben vermittelst feiner Schnitte sehr erleichtert, da kann man ganz genau beobachten, dafs die einzelnen Pollenzellen nach einer ganz bestimmten Regel gestellt sind; sie liegen sämmtlich mit ihren breiten und viereckigen Flächen horizontal (Fig. 30. Tab. XII. aus Marchantia polymorpha) und sind in der Art genau aneinandergereiht, dafs sie auf dem Querschnitte sowohl in regelmäfsigen Kreisen gelagert auftreten, welche von der Antherenwand bis zur Mittellinie der Anthere in einander geschachtelt liegen, als auch vom Mittelpunkte bis zur Peripherie sehr regelmäfsig verlaufende Radien zeigen. Herr von Mirbel **), dessen monographische Arbeit über die Marchantia polymorpha den verdienten Ruf erlangt hat, gab über diese regelmäfsige Anordnung der Pollenzellen jener Pflanze die erste Nachricht, und die hierüber angeführte Abbildung ist ganz naturgetreu. Sowohl Herr Nees von Esenbeck als ich selbst hatten diese Structur schon oftmals bemerkt und im Jahre 1833 beobachteten wir diesen Gegenstand bei einem Aufenthalte im Riesengebirge gemeinschaftlich, doch die kleinen Vergröfserungen, welche uns damals zu Gebote standen, erlaubten nicht, dafs wir darüber mit Bestimmtheit sprechen konnten.

Herr v. Mirbel bildet den Pollen der Marchantia polymorpha als viereckige Zellen ab, welche kleine und unre-

*) Naturgeschichte der Europäischen Lebermoose 1833. pag. 75.

**) Complément des observations sur le Marchantia polymorpha. pag. 42. Tab. VII. Fig. 54.

gelmäfsig geformte Kügelchen enthalten; in diesem Zustande beobachtete ich diesen Pollen vor seiner vollkommenen Ausbildung; wenn aber die Anthere reif ist und aufzuspringen beginnt, bemerkt man, dafs im Inneren einer jeden Pollenzelle ein einzelner, ringförmig zusammengewundener Körper mit einem dicken Körperende und einem haarförmigen Schwanzende eingerollt ist. Diese Zellen der Pollenmasse sind jedoch verhältnifsmäfsig viel kleiner, als jene bei der Gattung Sphagnum und den Laubmoosen, daher hier der Inhalt derselben schwieriger zu beobachten ist. Sobald aber die Pollenzellen der Marchantien einige Zeit hindurch unter Wasser liegen, so wird man bemerken, dafs sich aus dem Inneren derselben ganz ähnlich gestaltete Saamenthierchen hervorwinden, wie wir sie schon vorher bei Sphagnum u. s. w. kennen gelernt haben. In den reifen Antheren der Marchantien ist keine Spur jener Schleimmasse zu beobachten, durch welche die Pollenzellen der Laubmoose so auffallend eingehüllt waren, daher auch nach dem Zerdrücken der Anthere stets mehr oder weniger grofse Massen jener viereckigen Zellen noch im Zusammenhange auf dem Objektträger zu Gesicht kommen, und es ist ein sehr interessanter Anblick, wenn man gerade den Zeitpunkt trifft, wenn sich die Saamenthierchen aus einer jeden dieser, nebeneinander liegenden Pollenzellen hervorwickeln. Die Membran der Pollenzellen ist so zart und das Ganze so klein, dafs man nicht erkennen kann, ob bei dem Heraustreten des Saamenthierchens eine Zerreifsung der Membran oder eine Auflösung derselben an irgend einer Fläche erfolgt; Letzteres scheint mir jedoch sehr wahrscheinlich. Die Saamenthierchen der Marchantien, so wie die der übrigen Leber- und Laubmoose treten stets mit ihrem dickeren Ende, welches ich das Körper- oder Kopfende, im Gegensatze zum Schwanzende nenne, zuerst hervor, und es dauert oft noch eine geraume Zeit, bis das ganze Thierchen mit seinem langen Schwanze vollkommen frei geworden ist. Bis dahin aber bemerkt man eine anhaltende, sehr heftige Bewegung des frei gewor-

denen Kopfendes, gleichsam ein starkes und gewaltsames Hin- und Herzappeln, wodurch der fadenförmige Schwanz ebenfalls frei wird. Liegen viele solcher Pollenzellen nebeneinander, aus welchen sich eben die Saamenthierchen hervorbegeben, so wird man eine sehr auffallende, sehr verwirrte Bewegung und zugleich eine unregelmäfsige Hin- und Herbewegung der ganzen Zellenmasse wahrnehmen, doch bei anhaltend genauer Beobachtung sieht man, dafs alle diese Bewegungen durch die Menge der Saamenthierchen hervorgebracht werden, welche nur zum Theile frei waren und dann nach allen Richtungen hin, in und durcheinander hin- und herzappeln, indem noch lange Zeit hindurch das Schwanzende derselben in den Zellen befestigt ist. Betüpft man ein solches Objekt mit einer Lösung von Jodine, so hören sogleich alle Bewegungen auf und man erkennt nun die Saamenthierchen, welche gelbbräunlich gefärbt sind und mit ihrem Ende noch in den Zellen sitzen viel deutlicher, wie es auch die Abbildung in Fig. 30. Tab. XII. bei f, g, h, i und k zeigt.

Erst nach dem Hervortreten der Saamenthierchen aus ihren Zellen kann man ihre Form, ihre Länge und ihre Bewegungen genauer verfolgen, doch ist zur Bestimmung der Form und der Länge die Anwendung der Jodine besonders zu empfehlen, durch deren Einwirkung die Saamenthierchen nicht nur getödtet werden, sondern auch durch die gelbliche Färbung dem Beobachter mehr in die Augen fallen, doch scheint es mir, als wenn die Lösung der Jodine in Alkohol zugleich eine Zusammenziehung, d. h. eine Verdickung der Substanz des Fadens bewirkt, die aber jedenfalls sehr gering ist. Die getödteten Saamenthierchen liegen in den verschiedensten Formen und Windungen auf dem Objektträger umher, wie es z. B. die angeführten Abbildungen zeigen; bald ist der lange Schwanz ausgestreckt und nur etwas wellenförmig gewunden, bald ist er mehr oder weniger unregelmässig zusammen gekrümmt und mit einander verschlungen, oft zusammengewunden, wie die Schlange um den Merkurstab u. s. w. Im le-

benden Zustand bemerkt man den fadenförmigen Schwanz stets spiralförmig gewunden, oft zwei, oft zwei ein halb, selbst drei Windungen zeigend, und gerade durch dieses Gewundensein sind die Bewegungen auch dieses Saamenthierchen's so höchst auffallend; meistens dreht sich dasselbe um die Achse der Spirale des Schwanzendes, selbst dann, wenn es mit gröfster Schnelligkeit in gerader Linie vorschreitet. Es scheint mir überflüssig die Mannigfaltigkeit der Bewegungen genauer zu beschreiben, welche diese Saamenthierchen der Pflanzen ausführen, ich habe die Saamenthierchen sehr verschiedener Thiere oft und lange beobachtet, und ich kann versichern, dafs zwischen den Bewegungen der thierischen und der pflanzlichen Saamenthierchen durchaus gar kein wesentlicher Unterschied zu beobachten ist; so lange jedoch bei den vegetabilischen Saamenthierchen das Schwanzende spiralförmig gewunden ist, was durch die Lagerung des Schwanzes im Umfange der Pollenzelle bedingt wird, so lange sind natürlich die Bewegungen auffallend verschieden von denen der thierischen Saamenthierchen. Herr Unger will bei den Saamenthierchen der Gattung Sphagnum beobachtet haben, dafs sich das sichelförmige Kopfende von dem Schwanzende trenne, ja er giebt eine Abbildung dieser Saamenthierchen, in welcher dieses Kopfende als ein besonderes, blofs durch Articulation mit dem Schwanzende verbundenes Stück dargestellt wird. Diese letzteren Angaben kann ich, in Folge meiner Untersuchungen mit den besten Instrumenten, nicht bestätigen, sondern ich finde, dafs das verdickte Kopfende allmälig in das fadenförmige Schwanzende übergeht. Die Ablösung des Kopfendes von dem Schwanze, wie sie Herr Unger beobachtet haben will, ist mir zwar bei den vielfachen Beobachtungen, welche ich über diesen Gegenstand anstellte, niemals vorgekommen, doch möchte ich jene Angabe keineswegs bestreiten, denn ich habe eine solche Theilung an den Saamenthierchen der Thiere ganz bestimmt beobachtet, und hier zeigte sich diese Theilung, als eine Fortpflanzungsweise; es schwellen nämlich die Kopfenden

zu mehr oder weniger grofsen Blasen an, welche ich mit jenen Blasen für identisch halten möchte, worin Herr Wagner die jungen Saamenthierchen beobachtete. Um die Zeit, wenn sich die Blase vom Schwanzende löste, was ich zwei bis drei Mal gesehen habe, war das frei gewordene Ende desselben schon wieder zu einem kleinen Kügelchen angeschwollen, welches später zum gewöhnlichen Kopfende des Saamenthierchens heranwuchs.

Aus der Gruppe der Jungermannien zeigt die Gattung Aneura Dumort. sehr bemerkenswerthe Saamenthierchen. Aneura pinguis, dicht an der Seeküste bei Swinemünde wachsend, bringt im Monat August die Antheren, welche ungestielt und in der Substanz des Laubes eingesenkt liegen; einzelne Lappen des Laubes sind ganz wie übersäet mit diesen Antheren, die nach ihrer Reife bei hinzutretender Feuchtigkeit aufplatzen und dann die ganze Umgebung mit ihrer Pollenmasse überziehen. Gleich nach dem Oeffnen der vollständig reifen Antheren erscheinen die verhältnifsmäfsig sehr grofsen Saamenthierchen als dicke Ringe, wie es bei a b in Fig. 39. Tab. XII. dargestellt ist; rund herum werden sie durch eine feingekörnte Schleimmasse umgeben und dann ist von besonderen Zellen, worin die Saamenthierchen gebildet wurden, nichts mehr zu sehen. Kommen diese Gebilde auf die Kante zu liegen, so erscheinen sie wie in der Abbildung in c und d dicht daneben; sie zeigen dann drei vollständige Windungen und die Faser ist so dick, dafs das Thierchen wie von Drath gebildet erscheint. Nach einiger Zeit fängt die Bewegung dieser Saamenthierchen an, es ziehen sich die Windungen auseinander, so dafs sie dergleichen Formen wie in Fig. 40. von a bis d zeigen, und zugleich erkennt man, dafs an dem einen Ende jener drei dickeren Windungen noch ein feiner Faden befindlich ist, der mehr als noch einmal so lang ist und ebenfalls spiralförmig gewunden auftritt. Die Bewegungen sind ziemlich ähnlich, wie in den früheren Fällen, nur etwas träger.

Das Auftreten der Pollenmasse in den Antheren der

Charen ist in vieler Hinsicht höchst abweichend von demjenigen, in den bisher genannten Pflanzen; bei den Laub- und Lebermoosen bilden die Zellchen, welche die Saamenthierchen enthalten, mehr oder weniger dicke Massen, wodurch die Höhle der Antheren gefüllt wird, bei den Charen dagegen treten diese Zellchen in den Gliedern confervenartiger Fäden auf, welche auf eine so eigenthümliche Weise aneinander gereiht sind, dafs es mir nöthig erscheint, eine kurze Auseinandersetzung über den Bau der Charen-Antheren voranzuschicken, welche man gegenwärtig, nachdem mehrere vorläufige Arbeiten, schon vor 10 und 12 Jahren von Kaulfufs, Agardh, Bischoff, von mir u. A. m. erschienen waren, in der Abhandlung des Herrn Fritzsche: Ueber den Pollen*) als ziemlich vollständig erkannt ansehen kann. Da die Anthere der Gattung Chara kugelrund ist, so nannte man dieselbe auch Globulus, gegenwärtig kann es jedoch keinem Zweifel unterliegen, dafs der sogenannte Globulus dieser Pflanzen die wirkliche Anthere ist, und also auch mit keinem anderen Namen belegt werden darf. Die Wand der Charen-Antheren ist aus acht grofsen, plattgedrückten, dreieckigen Zellen zusammengesetzt, welche in ihrer Fläche so gebogen sind, dafs sie in ihrer Zusammensetzung eine regelmäfsige Kugel bilden, deren obere Hälfte aus vier Dreiecken zusammengesetzt ist, die vollständig schliefsen, wie die vier Dreiecke der unteren Hälfte an der Stelle ihres gemeinschaftlichen Berührungspunktes regelmäfsige Ausschnitte zeigen, so dafs dadurch eine Oeffnung übrig bleibt, mit welcher die Anthere auf einem mehr oder weniger kurzen Stiele befestigt ist. Wenn sich die reife Charen-Anthere öffnet, so zerfällt ihre Wand in jene acht regelmäfsigen Dreiecke, welche sich noch durch eine sehr eigenthümliche Form, wie durch ihre rothe Färbung auszeichnet; diese letztere wird durch eine Schicht von rothen Kügelchen verursacht, welche auf der inneren Fläche derjenigen Zellenwand gelagert ist, die den Inhalt der Anthere

*) Petersburg 1837. pag 6.

zunächst umschliefst, während die innere Fläche der äufseren Wände dieser Antherenzellen ungefärbt erscheint, wodurch denn der durchsichtige Ring erklärt wird, welchen man stets als den Umkreis einer jeden Charen-Anthere unter dem Mikroskope bemerkt. Diese dreieckigen Zellen der Antheren-Wände zeigen noch ein sehr niedliches Ansehen durch eine Menge von Strahlen, welche von ihren Rändern sehr regelmäfsig nach der Mitte zu verlaufen und plötzlich enden; diese Strahlen werden durch Einfaltungen der Membran erzeugt, bestehen also stets aus zwei neben einander liegenden Zellenmembranen, welche mehr oder weniger fest miteinander verwachsen sind.

Wird die Anthere vorsichtig geöffnet, so findet man den Inhalt derselben in Form eines kugelrunden Ballens, in welchem eine Anzahl von röthlich gefärbten, cylinderischen Röhren, welche von dem Mittelpunkte desselben strahlenförmig nach der Oberfläche verlaufen, zuerst auffallen; die Zahl dieser Röhren ist so grofs, als die Zahl der Klappen, welche die Antherenwand zusammensetzt, und die nähere Untersuchung zeigt sehr bald, dafs diese Röhren mit dem einen Ende in der Mitte der Fläche eines jeden Dreieckes befestigt sind, während das andere Ende bis nach dem Mittelpunkte der Anthere verläuft und daselbst mit anderen kleinen Zellen und diese wieder mit noch kleineren verbunden sind, auf welchen sehr zarte confervenartige Fäden befestigt sind. Den Zusammenhang dieser Fäden mit den rothen Schläuchen, und dieser mit den dreieckigen Klappen der Antheren, habe ich im Jahre 1826*) zuerst nachgewiesen, und auf beiliegender Tab. XII. habe ich in Fig. 17. eine Darstellung gegeben, welche hierüber das Wichtigste ausweisen wird. In a b ist daselbst der rothe cylinderische Schlauch dargestellt, welcher mit dem breiten Ende b im Mittelpunkte der inneren Fläche der dreieckigen Antherenklappe befestigt und mit dem Ende a nach dem Mittelpunkte der Anthere gestellt war.

---

*) S. Linnaea von 1837. Tab. II. Fig. 1. etc.

Die innere Fläche dieses Schlauches ist mit ellipsoidischen Kügelchen bekleidet, welche mehr oder weniger regelmäfsig gestellt sind und um die Zeit, wenn sich die Anthere der vollkommenen Ausbildung nähert, eine röthliche Färbung zeigen, welche aber später in das Gelbliche fällt. Ich habe in der Abbildung das Auftreten dieser rothen Kügelchen nur im oberen Theile des Schlauches von a bis d dargestellt, um zugleich die Rotationsströmung andeuten zu können, welche im Inneren dieses Schlauches stattfindet, und auch durch die Richtung der Pfeile angezeigt ist. Sehr oft sieht man, dafs eine einzelne grofse Schleimkugel in diesen Zellen umherkreist, während an anderen Stellen nur äufserst geringe und feingekörnte Schleimmassen vorhanden sind, welche sich unmittelbar an den Wänden der Zelle umherziehen.

An der Spitze dieses rothgefärbten Schlauches, welcher bald mehr, bald weniger regelmäfsig cylinderisch geformt ist, sitzt die gröfsere Zelle f, welche von einer wasserhellen Membran gebildet ist, und nur in seltenen Fällen etwas sichtbaren Schleim zeigt. Auf diesen ziemlich cubisch geformten Zellen sitzen eine Anzahl von kleineren und etwas länglichen Zellen, wovon einige in g, h, i, k und l dargestellt sind; es ist nicht ganz leicht die Zahl dieser Zellen in jedem Falle genau anzugeben, doch glaube ich oftmals 6, 7, ja 8 derselben nach allen verschiedenen Richtungen hin bemerkt zu haben. Oft zeigt sich in diesen, ebenfalls ganz wasserhellen Zellchen eine Schleimkugel und einmal, wie bei g, sah ich auch die Rotationsströmung darin; meistens sieht man jedoch, dafs die Schleimmasse, ähnlich wie in vielen Fadenpilzen, ein schaumartiges Gewebe darin bildet. An dem freien Ende einer jeden dieser Zellchen sieht man, wie es die Darstellung in Fig. 17. zeigt, mehrere gegliederte Fäden, meistens zu drei, wohl auch zu zwei und zu vier befestigt; diese Fäden sind wasserhell, regelmäfsig cylinderisch geformt, und mehr oder weniger geschlängelt in der Anthere gelagert, sie zeigen 20, 26 bis 30 Glieder und 20 bis 24 sol-

cher Fäden gehören zu jedem rothen Schlauche, welcher als der gemeinschaftliche Träger derselben zu betrachten ist. Da alle diese Träger mit ihren Zellen und den darauf sitzenden Fäden in dem Mittelpunkte der Anthere zusammenstossen, so kann man sich schon eine Vorstellung davon machen, wie die 8mal 20 bis 8mal 30 Fäden, welche von dieser Mitte auslaufen, sich nach allen Richtungen hin schlängeln und dadurch jenen kugelförmigen Ballen bilden, womit die Charen-Anthere gefüllt ist. Diese Fäden der Charen-Anthere nenne ich Pollenfäden, auch haben wir schon bei der Gattung Zostera Pollenfäden statt Pollenkörner kennen gelernt, doch waren dieselben ungegliedert. Die Pollenfäden der Charen sind dagegen gegliedert und in jedem Gliede entwickelt sich eine kugelförmige Schleimzelle, deren Verhältnifs mit gröfserer Deutlichkeit in Fig. 20. Tab. XII. aus der Chara vulgaris dargestellt ist; diese kugelrunden Zellchen sind mit den vier eckigen Zellchen in den Antheren der Marchantien zu vergleichen, wovon vorher die Rede war, denn in jeder einzelnen Zelle entwickelt sich ein einzelnes Saamenthierchen von so auffallender Gröfse und Gestalt, wie es die daneben stehende Abbildung in Fig. 18. zeigt. Diese Abbildung giebt die Darstellung eines Pollenfadens aus der Zeit der vollkommenen Ausbildung der Anthere; das Schleimzellchen in den einzelnen Fächern des Fadens ist resorbirt und das darin gebildete Saamenthierchen zeigt sich, mehrfach gewunden den Raum des Gliedes ausfüllend, und sich mehr oder weniger lebhaft bewegend, bis es die Wand der Höhle seitlich durchbricht und, wie bei c und d seitlich hervortritt. Ich habe stets bemerkt, dafs diese Saamenthierchen der Charen, wie auch die der übrigen genannten Pflanzen mit ihrem dickeren Ende zuerst hervortreten, dafs dieses Ende oft schon 2 und 2½ Windungen aufserhalb des Fadens zeigt, während das feine und längere Ende noch innerhalb des Gliedes ist und sich darin äufserst lebhaft hin- und herschlängelt, wie wenn es freiwillig und mit grofser Gewalt zur Höhle herauswollte, was denn auch nach eini-

ger Zeit gelingt. Hat man den gehörigen Zeitpunkt der vollständigen Ausbildung der Anthere abgepafst, so sieht man, sobald diese Pollenfäden frei in Wasser gelegt werden, das Hervortreten der Saamenthierchen mit grofser Schnelligkeit vor sich gehend, so dafs oft Hunderte derselben aufserhalb ihrer Mutterhöhlen in den Fäden umherliegen und die auffallendsten Bewegungen zeigen. In den Figuren 22 bis 28. habe ich diese Saamenthierchen der Chara vulgaris in ihren verschiedenen Zusammenkrümmungen aus verschiedenen Individuen dargestellt, und man sieht an diesen Abbildungen, welche mit denen der übrigen Saamenthierchen der Moose nach gleich starken Vergröfserungen ausgeführt sind, dafs sich die Saamenthierchen der Charen durch ihre aufserordentliche Länge auszeichnen, und dafs man bisher ungefähr nur den dritten Theil derselben und zwar meistens nur das dickere Ende derselben gesehen hat. Die Abbildungen zeigen die verhältnifsmäfsige Dicke zwischen den beiden Enden der Saamenthierchen so deutlich wie möglich; das dickere Ende, welches bei 350maliger Vergröfserung und heller Beleuchtung, wie bei den neueren Mikroskopen, sehr deutlich zu sehen ist, zeigt mehrere, oft 3 ja selbst 4 Spiralwindungen, während das überaus feine Ende mehr als $1\frac{1}{2}$mal so lang, als das dickere ist und gleichfalls mehrere und zwar weit gröfsere Windungen zeigt. Man möge sich übrigens eine Vorstellung von der aufserordentlichen Kleinheit dieser Gebilde machen, wenn man die Zahlen folgender Messungen in Betrachtung zieht. Das dickere Ende der Saamenthierchen der Chara vulgaris zeigt die Dicke von $\frac{1}{1800}$ Linie, das feine Ende dagegen die Dicke von höchstens $\frac{1}{20000}$ Linie, wobei es denn dem Auge beinahe unbemerkbar wird. Dieses feinere Ende kann man in seinem ganzen Verlaufe nur dann erkennen, wenn das Saamenthierchen abgestorben ist und also ruhig liegt, die Natur desselben ist aber besonders in dem Augenblicke des Absterbens aufzufassen, wenn sich dann dieses feine Ende langsam hin- und herschlängelt und Formen zeigt, wie sie Fig. 25. darstellt. In diesem Zustande

ist man sicher, den feinen Faden in seinem ganzen Verlaufe beobachtet zu haben. Es ist auffallend, dafs die Bewegungen der Saamenthierchen mit dem fadenförmigen Schwanzende voran geschieht, ja bei anhaltend aufmerksamer Beobachtung wird man bemerken können, dafs die ganze Bewegung des Saamenthierchens gerade durch die Bewegungen dieses fadenförmigen Schwanzendes verursacht wird. An dem dickeren Ende bemerkt man im Allgemeinen eine blofse Bewegung um die Längenachse, welche mitten durch die Spiralwindungen hindurchlaufend gedacht werden mufs; bei diesen rotirenden Bewegungen, welche die Windungen des dickeren Endes machen, zeigt das fadenförmige Ende meistens sehr lebhafte Bewegungen, welche oft mit dem Auge nicht zu verfolgen sind, wenn man den Fokus des Instrumentes nicht beständig verändert. Ich habe das Vorhandensein des langen fadenförmigen Endes anfangs nur durch die einzelnen dickeren, und scheinbar vibrirenden Pünktchen erkennen können, welche man, wie z. B. bei c und d Fig. 27, und bei e Fig. 25. in einiger Entfernung von dem dickeren Ende bemerkt. Oefters sieht man nur ein einzelnes Pünktchen der Art, noch öfters dagegen 2 und selbst 3, und diese Pünktchen verändern mit grofser Schnelligkeit ihre Stellung, ja es scheint, als wenn sie, als die Enden verschiedener Aeste des feinen Fadens, sich gleichfalls um eine Längenachse herumschwingen, was bei den gröfseren Windungen dieses Endes natürlich weit schneller erfolgen mufs, als die rotirenden Bewegungen der kleinen Windungen des dickeren Endes. Einige Zeit hindurch war ich der Ansicht, dafs das feine Ende dieser Saamenthierchen verästelt wäre, und dafs die auffallenden Pünktchen als die verdickten Enden dieser Aeste anzusehen wären, doch an solchen Saamenthierchen, welche abzusterben schienen, indem ihre Bewegungen immer langsamer wurden, konnte ich endlich deutlich beobachten, dafs das fadenförmige Ende in den Saamenthierchen der Charen ebenso wenig verästelt ist, als an denen der übrigen niederen Pflanzen, und dafs jene Pünktchen

nur durch die Beugung des Fadens verursacht werden, dafs sich dieselben also auch beständig verändern müssen, wenn sich die Windungen desselben verändern. An dem dickeren Ende der Saamenthierchen der Charen ist es nur äufserst selten zu beobachten, dafs sich die spiralen Windungen desselben mehr oder weniger weit von einander ziehen oder wohl gar ganz verschwinden, wie man es in Fig. 26. sieht; meistentheils bleiben diese Windungen unverrückt und die ganze Spirale windet sich nur um ihre Längenachse, selbst wenn die Bewegung des Saamenthierchens fortschreitend ist. Das feine und fadenförmige Ende des Saamenthierchens zeigt dagegen in allen Punkten eine eigene Bewegung, es krümmt sich und windet sich ähnlich den Vibrionen und den feinen Schwänzen der Saamenthierchen der Thiere, was in den verschiedenen Abbildungen auf Tab. XII. dargestellt ist. An den Umbeugungspunkten der Windungen, wo das vorhin erwähnte Pünktchen erscheint, da glaubt man eine flimmernde Bewegung wahrzunehmen ähnlich wie bei Sphagnum, worüber aber erst die besseren Mikroskope künftiger Zeiten Aufschlufs geben können; Cilien sind nicht zu sehen, und die Bewegung erscheint oft mehr als eine zitternde, wie bei schnell aufeinander folgenden Zuckungen einer Muskelfaser. Erstreckt sich die Umbiegung des Fadens nach einer anderen Stelle, so hört die vibrirende Bewegung des vorigen Punktes auf und es beginnt eine solche an der anderen Stelle, wo sie ebenfalls sehr bald wieder aufhört. Jedenfalls ist diese Erscheinung ganz ähnlich der vibrirenden Bewegung an d em Schwanzende der Zoospermen, auf welche Herr Wagner zuerst aufmerksam gemacht hat, die aber durch Herrn v. Siebold mit Unrecht in Zweifel gestellt wurde.

Die Lebensdauer dieser Saamenthierchen der Charen aufserhalb ihrer Zellen ist nicht absolut zu bestimmen; ich habe dieselben 2, 3 und selbst 4 bis 5 Stunden lang in mehr oder weniger schneller Bewegung beobachtet, und wenn ihre Bewegungen aufzuhören anfingen, so geschah es zuerst am dickeren Ende, welches meistens schon ganz

still liegt, wenn sich die Windungen des feinen Fadens noch hin- und herschlängeln, wie es z. B. in Fig. 25. der Fall war. Mehrere Versuche über den Einflufs der galvanischen Säule auf die Bewegungen dieser und der anderen Saamenthierchen habe ich zwar angestellt, habe aber leider kein Resultat erhalten; eine Säule von 20 Plattenpaaren schien keinen Einflufs auf jene Bewegungen zu zeigen.

Es fragt sich nur noch, wie die Befruchtung bei den Charen erfolgen mag, und obgleich hier durchaus keine direkten Befruchtungsversuche angestellt werden können, so scheint mir doch die Erklärung darüber sehr nahe liegend, denn die Antheren sitzen bei diesen Gewächsen fast immer dicht unter der Frucht und diese ist, wie es später gezeigt werden wird, mit einer Narbe versehen, durch welche die befruchtende Materie unmittelbar mit der Spitze der Spore in Berührung gelangen kann. Wenn sich die Charen-Anthere öffnet, so wird der Inhalt derselben durch Einsaugung von Wasser so grofs, dafs er die darüber sitzende Frucht unmittelbar berühren mufs, und die herumschwimmenden Saamenthierchen gelangen sicherlich sehr leicht zur Narbe, denn jede Anthere enthält derselben zwischen 4000 bis 6000 Stück!

Bei den Algen sind bis zur gegenwärtigen Zeit noch keine besonderen Antheren-Bildungen aufgefunden, es scheint mir indessen, dafs auch bei diesen Gewächsen, so einfach dieselben oftmals gebauet sind, eine der befruchtenden Substanz der höheren Pflanzen analoge Bildung auftritt, welche aber nicht mehr, wie bei den bisher betrachteten Gewächsen von der Substanz der Saamen getrennt, sondern mit derselben in unmittelbarer Berührung steht; aus diesem Grunde kann ich diesen Gegenstand erst in der Folge berühren, wenn wir die Fruchtbildung der Algen einer speciellen Untersuchung unterwerfen.

Bei den Flechten hat man noch keine Spur einer Organisation gefunden, welche auf eine Verschiedenheit in geschlechtlicher Hinsicht zu deuten wäre, aber um so mehr

mufs man die Botaniker auffordern, auch bei diesen Gewächsen unermüdet darnach zu suchen, denn es ist kaum zu erwarten, dafs dergleichen, oftmals sehr grofse Gewächse, ohne geschlechtliche Vorrichtungen ihre Saamen ausbilden sollten.

Auch die Pilze sind in Hinsicht ihrer Antheren-Bildung noch wenig untersucht, und erst in der neuesten Zeit ist dieser Gegenstand von mehreren Seiten her genauer erörtert worden. Es findet sich bei den höheren Pilzen eine Verschiedenheit zwischen den der Fortpflanzung vorstehenden Organen, welche man wohl als eine Geschlechts-Verschiedenheit zu deuten berechtigt sein möchte. Diejenigen Gebilde, welche man für die Pilz-Antheren halten möchte, sind jedoch mit den wahren Saamen dieser Gewächse in so naher Beziehung stehend, dafs man sie nicht mehr für sich allein betrachten kann, und defshalb erscheint es mir vortheilhaft, wenn wir auch diese Gebilde später, wenn von der Fortpflanzung der Pilze die Rede sein wird, in Zusammenhange mit der Saamenbildung näher erörtern, was um so mehr zu entschuldigen sein möchte, indem es hier mit der wahren Befruchtung der Saamen noch immer etwas sehr zweifelhaft aussieht.

II. Von den weiblichen Geschlechts-Organen der Pflanzen.

Die weiblichen Geschlechts-Organe der Pflanzen führen den Namen der Staubwege oder der Stempel (Pistillum), doch hat sich das Wort Pistill so eingebürgert, dafs es gegenwärtig auch im Deutschen, am allgemeinsten zur Bezeichnung der Staubwege benutzt wird. Die Anzahl und die Form der Pistille bei verschiedenen Pflanzen, ist ebenso verschieden, als die der männlichen Geschlechts-Organe, sie nehmen aber stets den innersten Theil der Blume ein, woselbst sie nämlich an oder auf der Spitze der Achse befestigt sind. Das Pistill besteht aus zwei,

wesentlich verschiedenen Theilen, welche fast niemals fehlen, nämlich aus dem unteren, dem Fruchtknoten (Germen), und aus dem oberen, der Narbe (Stigma); in dem ersteren geschieht die Bildung der Eychen (d. s. junge, noch unbefruchtete Saamen), und daher führt er auch den Namen des Eyerstockes (Ovarium), die Narbe dagegen ist zur Aufnahme des Blumenstaubes bestimmt, dessen befruchtende Substanz auf eine Weise zu den Eychen im Ovarium geführt wird, welche wir in der Folge kennen lernen werden. Bei den meisten Pflanzen sitzt jedoch die Narbe nicht unmittelbar auf dem Eyerstocke, sondern es findet sich noch eine, mehr oder weniger lange Röhre zwischen diesen beiden Theilen, welche Griffel (Stylus) genannt wird, so dafs alsdann das ganze Pistill, wie es schon Linné lehrte, aus drei Theilen besteht, nämlich aus der Narbe, dem Griffel und dem Fruchtknoten oder Eyerstocke.

Man ist gegenwärtig fast ganz allgemein der Ansicht, dafs die Pistille als metamorphosirte Blätter anzusehen sind, dafs sie bald aus einzelnen, bald aus mehreren Blättern gebildet werden, welche man Fruchtblätter, auch Carpellarblätter nennt. Man unterscheidet ein einfaches Pistill (Pistillum simplex) und ein mehrfaches Pistill (Pistillum multiplex). Das einfache Pistill bietet jedesmal einen einfächerigen Fruchtknoten dar, denn es entsteht aus einem einzelnen Blatte, welches sich in der oberen Fläche zusammenkrümmt und mit seinen Rändern innig verwächst (apocarpe Frucht nach Lindl.). Treten aber mehrere Fruchtblätter in einer Blume auf, so können diese entweder einzeln, d. h. jedes für sich mit seinen Rändern auf ähnliche Weise verwachsen, wodurch alsdann ebenso viele Pistille auftreten, als Fruchtblätter vorhanden waren, oder diese Blätter verwachsen mit einander und stellen das zusammengesetzte Pistill dar, welches wiederum zwei Hauptverschiedenheiten darbietet. Verwachsen nämlich die einzelnen Fruchtblätter nicht mit ihren Rändern unter sich, sondern mit den Rändern der benachbarten Blätter, so entsteht dadurch ein einfächeriger

Fruchtknoten (syncarpe Frucht nach Lindl.); verwachsen aber die einzelnen Fruchtblätter mit ihren Rändern unter sich, und verwachsen die dadurch entstandenen Seitenwände wieder mit den angrenzenden Seitenwänden der danebenstehenden Fruchtblätter, so entsteht dadurch ein mehrfächeriger Fruchtknoten *).

In jedem mehrfächerigen Fruchtknoten stimmt die Zahl der Scheidewände (Dissepimenta) mit der Zahl der Carpelle überein; die Scheidewände in denselben können aber auch durch bloſse blattartige Ausbreitungen gebildet werden, welche von der Mittelrippe der Carpellarblätter auslaufen und in der Achse des Fruchtknotens zusammenstoſsen, wo also die Scheidewände nicht durch Verwachsung der Seiten angrenzender Carpelle entstehen, dieses findet, meiner Ansicht nach, bei den Liliaceen u. s. w. statt.

Die Benennung: Eyerstock oder Ovarium ist sowohl auf den Fruchtknoten des einfachen als des zusammengesetzten Pistilles zu beziehen, und derjenige Theil in jedem Ovario oder Fruchtknoten, welcher die Eychen unmittelbar trägt, heiſst der Mutterkuchen (Placenta), dessen Bestimmung für die systematische Botanik von gröſster Wichtigkeit ist. Auch hier muſs über diesen Gegenstand im Allgemeinen gesprochen werden, indem derselbe bei der morphologischen Deutung der Pistille von der gröſsten Wichtigkeit ist, und sich in neuester Zeit hierüber sehr verschiedene Ansichten gebildet haben.

Bei den Gewächsen mehrerer sehr groſser Familien ist die Placenta ganz entschieden die Fortsetzung der Achse, welche sich durch die Blume hindurchzieht und zuletzt

---

*) Anmerkung. Herr De Candolle hat den Namen *Carpella* (Carpella) für das Fruchtblatt eingeführt, es wäre indessen vielleicht wünschenswerth, daſs man nur die mit ihren Rändern zu Eyer-tragenden Behältern verwachsenen Fruchtblätter mit jenem Namen belegte, und diejenigen Fruchtblätter, welche mit den Rändern der danebenstehenden Fruchtblätter verwachsen sind, als Carpellarblätter bezeichnen wollte; in diesem Sinne wenigstens werde ich mich in der Folge jener Benennungen bedienen.

von den Carpellarblättern umfafst wird. Ist das Pistill einfach, wie bei der Gattung Urtica, so steigt das Eychen als die äufserste Spitze der Blumen-Achse hervor, und um diese Achse herum bildet sich das Carpell; ich habe diese Bildung an Urtica urens mehrmals verfolgen können und auch auf Tab. XIV. Fig. 1 bis 3. mehrere Darstellungen davon gegeben. In Fig. 1. ist a der Blumenstiel, b, c und d zeigen drei Bracteen, während die vierte dahinter liegt; f f ist das heraufwachsende Carpellarblatt, aus welchem e, die Spitze des Nucleus hervorsticht. In Fig. 2. sieht man die Bildung des Carpelles in einem schon weiter vorgeschrittenen Zustande, und in Fig. 3. ist das Carpell schon völlig geschlossen; gleich nach dem ersten Sichtbarwerden zeigte sich das Carpell als eine tütenförmige Bildung, und zu keiner Zeit habe ich es als ein offenes Blatt beobachten können, welches erst mit seinen Rändern verwächst. Bei dem einfächerigen Fruchtknoten der Polygoneen verhält sich die Stellung der Placenta zu dem Carpell ganz in derselben Art, nur wird das Eychen hier schon etwas über die Spitze der Achse hinausgeschoben und tritt gestielt auf; dieser Stiel führt den Namen der N a b e l s c h n u r. Noch länger wird die Nabelschnur bei den Chenopodeen und den Plumbagineen, aber das Verhältnifs der Placenta zu den Carpellwänden bleibt immer dasselbe; sie ist eine Placenta centralis.

In anderen Fällen verlängert sich die Achse und es erscheint die Placenta frei im Inneren der Höhle des Ovarium's, und reicht zuweilen mit ihrer Spitze bis in den Griffelkanal hinein, wie bei Primula und den Primulaceen im Allgemeinen. In solchen Fällen ist die placenta centralis eine f r e i e (libera).

In den meisten Fällen ist die Placenta an den Wänden der Carpellarblätter zu finden und heifst dann placenta parietalis; sie zeigt sich in diesen Fällen meistens als wulstförmige Hervorragungen und hat bei verschiedenen Gattungen und Familien wiederum sehr verschiedene Lage; am häufigsten findet sie sich an den Rändern der Carpellar-

blätter, welche sich vereinigt haben, in anderen Fällen sind die Mittelrippen der Carpellblätter hervortretend und die Eychen sitzen zu beiden Seiten derselben; endlich zeigt sich die ganze innere Fläche des Carpellblattes als Placenta, indem scheinbar an allen Punkten derselben Eychen entstehen können, wie z. B. bei den Nymphaeen.

Für den mehrfächerigen Fruchtknoten hat schon Herr De Candolle *) die Stellung der Carpelle sehr genau untersucht; sie sind nach verschiedener Weise geordnet, als z. B.: Die Carpelle stehen wirtelförmig um eine Achse, der unmittelbaren Fortsetzung des Blumenstieles, und sind mit ihren Kanten, welche aus den verwachsenen Rändern der einzelnen Carpellblätter gebildet werden, an der Achse befestigt, wie bei den Malvaceen. Aehnlich verhält es sich bei den Euphorbiaceen und besonders schön bei Ricinus. Bei den Geranieen sind die Carpelle quirlförmig um die Spitze der Achse gestellt, aber herabhängend und der Länge nach mit der fadenförmigen Centralachse verwachsen. Bei den Crassulaceen, bei den Gattungen Aquilegia, Illicium u. s. w. ist die Achse so kurz, dafs man sie häufig gar nicht hervorstehend bemerkt, und die Carpelle stehen hier aufrecht rund um den Rand der Spitze dieser Achse. Besondere Aufmerksamkeit verdient die ährenförmige Stellung der Carpelle um eine Centralachse, wie es die Magnolien, der Tulpenbaum, Myosurus u. s. w. sehr deutlich zeigen. Endlich können die Carpelle bei einer ganz kurzen und sehr dicken Achse dicht zusammengedrängt auftreten, und kopfförmige Anschwellungen bilden, wie bei den Gattungen Rubus, Fragaria, Annona, Ranunculus u. s. w. Bei der Erdbeere, wo die Fruchtbildung so auffallend erscheint, ist eben die Achse stark angeschwollen und fleischig.

Es ist bekannt in wie mannigfaltigen Formen der Fruchtknoten verschiedener Gewächse bei seiner Ausbildung zur Frucht erscheint, und es ist oft sehr schwer die

*) Organogr. végét. II. pag. 474.

reife Frucht in Hinsicht ihrer Zusammensetzung zu deuten. In den früheren Zuständen derselben geht man ganz sicher, wenn man die Zahl der Carpelle nach der Zahl der Griffel bestimmt, doch lasse man sich hier nicht etwa durch blofse Theilung der Griffelspitzen täuschen; jeder Griffel hat in seinem Inneren einen Kanal, welcher die befruchtende Substanz zu den Saamen im Carpell führt, und so viel dergleichen Griffel in einer Blume vorhanden sind, so viele Carpelle sind auch in derselben zu finden; doch können auch diese Griffel wieder miteinander verwachsen.

Nach diesen nöthigen Vorausschickungen kommen wir zur näheren Betrachtung der Gebilde, aus welchen die Carpelle, so wie überhaupt die ganzen Pistille hervorgehen. Die Pistille treten im innersten Theile der Blume auf, welcher zugleich die äufserste Spitze der Achse ist, die sich bald mehr, bald weniger lang durch die Blume hindurchzieht, meistens aber so kurz ist, dafs man nur zu häufig diese Achsenbildung übersehen hat, und dadurch zu der Ansicht gelangt ist, als ständen die Fruchtblätter, welche die Pistille bilden nicht an und neben der Achse, sondern unmittelbar auf der Achse, und dafs gerade dadurch die Verlängerung des Achsengebildes in dem blühenden Aste stets vollkommen abgeschlossen wird. Schon die Prolificationen, welche doch gar nicht so selten sind, hätten beweisen können, dafs man eine solche Ansicht nicht als allgemein geltend aufstellen dürfte. Noch allgemeiner herrscht die Ansicht, dafs die Pistille aus metamorphosirten Blättern bestehen, und da diese Blätter bei der Bildung der Frucht den wesentlichsten Antheil haben, so nennt man sie Fruchtblätter, welche dann als die oberste und letzte Blattmetamorphose anzusehen sind. Herr von Martius erkennt diejenigen Blätter als die vollständigsten, welche mit gesondertem Scheidentheile, mit besonderem Blattstiele und mit der eigentlichen blattartigen Ausbreitung versehen sind; diese drei Theile findet er auch, d. h. jeden auf eine eigenthümliche Weise umgestaltet, in dem einfachen Pistille wieder, nämlich den Scheidentheil in dem

Fruchtknoten, den Blattstiel in dem Griffel und die Blattfläche in der Narbe. Indessen dieser Ansicht steht wiederum die Thatsache entgegen, dafs sich in vielen Blüthen wirkliche Stiele entwickeln, welche die Fruchtblätter gleich wirklichen Blattstielen emporheben, und diese Stiele kommen sowohl bei einblätterigen, als bei getrenntblätterigen wie auch bei verwachsenen Pistillen vor, sind oft zolllang und wie in dem letzteren Falle ebenfalls verwachsen.

Man hat auch eine Reihe von Gründen aufgeführt, welche erweisen sollten, dafs in dem Fruchtblatte die tiefere Blattbildung wieder zu erkennen ist; als solche führe ich nur an: Die grüne Farbe, das Vorkommen der Hautdrüsen mit ihren Spaltöffnungen, die blattartige Form und die blattartige Stellung, welche die Fruchtblätter mit den gewöhnlichen gemein haben; doch es liefse sich wohl sehr bald beweisen, dafs alle diese Gründe zusammengenommen, noch lange nicht die Identität jener Gebilde darthun; aus ihnen könnte man ebensowohl die blattartigen Ausbreitungen des Cactus-Stengels für wahre Blätter erweisen wollen. Man giebt auch wohl die gleichartige Vertheilung der Nerven in den Blättern und in den Fruchtblättern an, indessen diese ist in der Natur nicht vorhanden, wie es selbst von Herrn Bischoff*) sehr richtig beobachtet ist, obgleich derselbe einer der eifrigsten Vertheidiger der Blättermetamorphose ist.

Mir scheint es, dafs die Beobachtung nichts weiter lehrt, als dafs die Fruchtblätter, welche die einzelnen Pistille bilden, bei ihrem ersten Erscheinen blattartig auftreten, dafs man daraus zwar auf eine entfernte Aehnlichkeit zwischen diesen Gebilden der Pflanzen und den gewöhnlichen Blättern schliefsen könne, aber noch lange nicht als erwiesen ansehen dürfe, dafs die Fruchtblätter durch Metamorphose aus den gewöhnlichen Blättern hervorgehen. Es verhält sich hiermit ganz ähnlich, wie mit der morphologischen Deutung der Antheren, deren Structur bei ihrem

---

*) Lehrbuch der Botanik. I. pag. 366.

ersten Auftreten wahrlich sehr verschieden von derjenigen eines gewöhnlichen Blattes ist*).

Wir haben kennen gelernt, dafs die Placenta bei verschiedenen Gewächsen an verschiedenen Theilen der inneren Fläche der Fruchtblätter ihren Sitz hat, und da die Eychen aus denselben unmittelbar hervorwachsen, gleich den Knospen aus wirklichen Blättern, so glaubte man auch hierin eine Bestätigung zu finden, dafs das Carpellarblatt aus einem gewöhnlichen Blatte hervorgehe; und da die Eychen bei vielen Gewächsen sehr nahe den Rändern der Nath des Carpellarblattes vorkommen, so glaubte man hierin ganz dieselbe Erscheinung wiederzufinden, welche wir früher bei dem Blatte von Bryophyllum calycinum (pag. 44.) kennen gelernt haben. Es ist allerdings auch nicht zu bestreiten, dafs zwischen diesen beiden Erscheinungen einige Analogie herrscht, doch die Verschiedenheit dabei hat man ganz übersehen. Die Eychen treten einmal nicht auf den Rändern auf, wie die Knospen bei den Bryophyllen, sondern sie treten in der Nähe des Randes, aber stets auf der inneren Fläche des Carpellarblattes auf, welche die obere des blattartigen Gebildes ist, woraus das Carpell zusammengesetzt wurde. Auch ist hier die Placenta in ihrem ganzen Verlaufe auf dicken Randnerven gelagert, welche jenen Blättern des Bryophyllum's fehlen. Wir sehen also auch hierin immer nur entfernte Analoga; gröfser möchte dieselbe noch in solchen Fällen sein, wo die Eychen zu den Seiten der hervortretenden Mittelrippe des Carpellarblattes gelagert sind, wie bei den Liliaceen, denn wir haben es besonders bei den Farrn kennen gelernt, dafs die Knospen auch neben den Haupt- und neben den Seitennerven hervortreten; doch auch hier beobachten wir diese Erscheinung meistens auf der unteren Blattfläche, während

---

*) Anmerkung. Ich weifs sehr wohl, dafs man mich dieser Ansichten wegen sehr anfeinden wird, denn der gröfste Theil der Botaniker wird sie für ketzerisch erklären, doch ich werde in einem anderen Buche speciell nachzuweisen suchen, dafs meinen Ansichten wirkliche Beobachtungen zum Grunde liegen.

sie bei dem Carpellarblatte auf der oberen Blattfläche vorkommt.

Am auffallendsten ist es aber, dafs die meisten Botaniker fast ganz allgemein angenommen haben, dafs die Eychen immer aus den Rändern der Carpellarblätter hervorgehen, ja dafs sie dieses sogar für die Fälle mit einer placenta centralis zu erweisen suchen, wobei natürlich eine Hypothese auf die andere gehäuft werden mufs; da mufs man bald wie bei mehrblätterigen und einhäusigen Ovarien die Scheidewände verschwinden und die gröfste Zahl der Eychen abortiren, bald mufs man Abortus ganz nach Willkühr eintreten lassen. Die vorurtheilsfreie Beobachtung der Natur wird gewifs sehr bald von der Unhaltbarkeit jener Ansichten überzeugen; man fasse die Gegenstände aber ganz so auf, wie sie sich der Beobachtung darbieten, und denke nicht immer daran, wie sich dieselben nach den herrschenden Ansichten über die morphologische Deutung der Fruchtbildung erklären lassen.

Neuerlichst haben wir durch Herrn Schleiden *) eine andere Deutung über das Auftreten der Pflanzen-Eychen erhalten; derselbe glaubt, dafs wenn man die Eychen als Knospen deuten will, dafs man alsdann auch consequent hätte weiter schliefsen müssen, und die Placenta als eine umgewandelte Axe ansehen. Hieraus kann man sehen, dafs Herr Schleiden eine Ansicht über die Bedeutung desjenigen Pflanzentheiles, welcher die Eychen trägt, aufstellt, welche der fast allgemein herrschenden ganz entgegensteht; während die meisten Botaniker die Eychen aus den Rändern der Carpellarblätter hervorwachsen lassen, entstehen dieselben nach Herrn Schleiden's Ansicht einzig und allein aus dem Achsengebilde. Dafs man diese Erklärung als die alleinig richtige schon a priori hätte annehmen müssen, dazu ist wahrlich kein hinreichender Grund vorhanden, denn wir haben früher kennen gelernt, dafs die Knospen

---

*) Einige Blicke auf die Entwickelungsgeschichte des vegetab. Organismus etc. — Wiegmann's Archiv. 1837. I. pag. 298.

auch an den Blättern auftreten, und wäre es auch nur in dem einzigen Falle, wie bei Bryophyllum calycinum, so wäre schon dieser hinreichend jene Annahme zu begründen, denn die Vermuthung, dafs das Blatt von Bryophyllum vielleicht nur eine blattartige Ausbreitung des Stengels ist, wie sie Herr Schleiden ausgesprochen, ist wohl ohne Grund. Doch wir kommen zur ferneren Beweisführung, welche Herr Schleiden für seine Annahme giebt; sehr richtig wird gleich im Voraus bemerkt, dafs wir in allen Fällen mit einer placenta centralis libera, und noch weniger bei solchen, wo das Eychen aus der Spitze der Achse hervorkommt, wie bei den Polygoneen, bei Taxus, Juglans u. s. w. keinen Augenblick in Zweifel sein können, dafs das Eychen unmittelbar aus dem Achsengebilde hervortritt. Wie wird nun aber die placenta parietalis nach jener Ansicht zu erklären sein? Zur Beantwortung dieses wichtigen Punktes sagt Herr Schleiden: „Wir finden schon bei vielen Aroideen, das Ende der Achse scheibenförmig ausgebreitet, und auf dieser Fläche eine Menge Knospen als Eychen tragen, ähnlich wie es bei den Synantheren und anderen Familien unterhalb der Blumenknospen etwas Gewöhnliches ist, wir finden diese Scheibe dann in lappige Fortsätze ausgezogen, und mit den Rändern der Carpellarblätter verwachsen bei allen wandständigen oder pseudocentralen Placenten, eine Modification des Stengelgebildes, die man z. B. bei Dorstenia findet, auch könnte man die wandständigen Placenten eben so gut und vielleicht einfacher und naturgemäfser als eine blofse Verästelung der Achsen deuten. — Endlich finden wir die Achse becherförmig ausgedehnt bei den Pflanzen, wo die ganze Wand des einfächerigen Ovarium's mit Ovulis besetzt ist, wie wir eine ähnliche Umbildung des Stengels bei vielen Rosaceen und bei Ficus sehen, u. s. w.“ Es wird gewifs sehr bald in die Augen fallen, dafs hier zwischen den zu Gunsten der aufgeführten Ansicht angegebenen Thatsachen ein grofser Sprung gemacht ist, nämlich zwischen der scheibenförmigen Ausbreitung der Achsenspitze bei den Synan-

theren und den lappigen Fortsätzen, in welche jene Scheibe ausgezogen und mit den Rändern der Carpellarblätter verwachsen sein soll; diese letztere Angabe ist nicht durch Beobachtungen erwiesen, sie ist eine blofse Hypothese, deren Unwahrscheinlichkeit schon einem Jeden hervorleuchten wird, der gerade nicht ganz für die neue Ansicht im Voraus eingenommen ist. Beobachtet man aber die Carpellarblätter mit solchen wandständigen Placenten in ihrem jüngsten Zustande, so wird man, wie ich glaube, sich überzeugen, dafs jener Hypothese keine Thatsachen zum Grunde liegen. Ich bin dagegen der Ansicht, dafs man wahrscheinlich am naturgemäfsesten diesen fraglichen Gegenstand deutet, wenn man in denjenigen Fällen, wo die Carpellarblätter unmittelbar auf der Spitze der Achse sitzen, dieselben als blattartige Ausbreitungen ansieht, die durch Theilung oder Verästelung der Achse selbst hervorgehen, oder sie überhaupt als Verlängerungen der Achsenspitze betrachtet. Man unterwerfe das Pistill der Liliaceen einer genauen Untersuchung und achte auf den Uebergang der Gefäfsbündel des Blüthenstiels in die Carpellarblätter, und man wird sich überzeugen, dafs die Vertheilung der Gefäfsbündel wohl auf eine Theilung des Blüthenschaftes schliefsen läfst, aber keineswegs auf eine Theilung desselben in die blofsen Placenten neben demAbgange der Carpellarblätter.

Nachdem wir über die Bedeutung und den Bau des Fruchtknotens ausführlicher gesprochen haben, werden wir uns bei der Betrachtung des Griffel's (Stylus) weniger aufzuhalten brauchen; er ist der weniger wesentliche Theil des weiblichen Geschlechtsorganes, ist bei verschiedenen Gattungen und Arten verschieden lang, oft von 6, 7 bis 9 Zoll und darüber, wie z. B. bei Colchicum, deren Zwiebeln sehr tief liegen, und bei den langen Blumen der Datura arborea; während er in anderen Fällen, z. B. bei vielen Liliaceen, bei dem Mohne, den Nymphaeen so kurz wird, dafs er kaum noch, als ein besonderer Theil des Pistills angeführt werden kann.

Der Griffel ist stets die unmittelbare Fortsetzung des Carpellarblattes; in ihm setzt sich die Höhle des Fruchtknotens unmittelbar fort, welche dann in der Spitze desselben, der Narbe, zur Oberfläche kommt. Der Griffel zeigt in allen Fällen diese Höhle, doch bald ist dieselbe mehr, bald weniger weit, und oftmals durch eigenthümliches Zellgewebe beinahe ganz verschlossen. Diese Höhle des Griffels führt den Namen Griffel- oder Styluskanal; sie wurde von Malpighi*) entdeckt und mit den Tuben bei den Thieren verglichen, während der Fruchtknoten oder der unterste Theil des Pistills mit dem Uterus der Thiere in Analogie gestellt wurde. Der Bau des Griffels richtet sich ganz nach dem Baue des Fruchtknoten's; bei dem einfachen Fruchtknoten ist der Griffel die Fortsetzung des einzelnen Carpellarblattes, und bei dem zusammengesetzten Fruchtknoten hat jedes Carpell seinen eigenen Griffel, mögen die Carpelle ganz frei stehen, oder mögen sie mehr oder weniger mit einander verwachsen sein. Und eben dasselbe gilt auch für die Fälle, wo die Griffel der verschiedenen Carpelle mehr oder weniger dicht mit einander verwachsen sind. Bei den einfächerigen und mehrblätterigen Carpellen dagegen sind die Fortsätze der einzelnen Fruchtblätter ganz ebenso mit ihren seitlichen Rändern verwachsen, und bilden den, im Inneren hohlen Stylus, wie sie durch Verwachsung den Fruchtknoten bildeten. In vielen Fällen laufen die einzelnen Blätter an der Spitze des Griffels wiederum getrennt und in mannigfaltigen Formen aus, auf deren äufserster Spitze alsdann die Narbe sitzt; hier könnte man sehr leicht verleitet werden, die einzelnen Fortsätze der Carpellarblätter für eigene Griffel zu halten, wie z. B. bei Polygonum, wozu in Fig. 9. Tab. XIV. eine Darstellung gegeben ist; hier bei Polygonum aviculare sind b, b, b dergleichen Griffelfortsätze, welche kugelförmige Narben, d, d, d tragen. Bei den meisten Gräsern, wo die Griffel eigentlich ganz und gar fehlen

---

*) Anatome plant. I. 1675. pap. 50—52.

und nur die Narbe in zwei, mehr oder weniger lange Lappen getheilt ist, da hat man ganz gewöhnlich von mehreren Griffeln gesprochen, aber sie besitzen nur ein einblätteriges, einfaches Ovarium mit einer zweitheiligen, unmittelbar darauf sitzenden Narbe. In Fällen wo es zweifelhaft sein könnte, ob dergleichen Fortsätze der Carpellarblätter wirkliche Griffel sind, da bringt die Beobachtung der Querschnitte den Gegenstand sehr bald ins Reine, denn jeder wahre Griffel hat einen Kanal im Inneren, wenn derselbe auch noch so dicht mit Zellengewebe verschlossen ist. Es ist höchst auffallend, dafs man das allgemeine Vorkommen des Griffelkanales so lange übersehen hat, da schon Malpighi von demselben ganz allgemein spricht.

Die Form und die Auskleidung des Griffelkanales ist bei verschiedenen Pflanzengattungen mannigfach verschieden, zuweilen ist der Kanal in seinem ganzen Verlaufe cylinderisch, zuweilen nimmt er nach Unten zu, an Umfang ab, oder auch, wie in anderen Fällen, er nimmt an Umfang zu. In selteneren Fällen ist er dicht unter der Narbe verengt, nimmt dann an Umfang wieder zu, und tiefer nach Unten verengert er sich abermals, wie man sich durch Querschnitte in verschiedenen Höhen des Griffels davon überzeugen kann. Bei den einfächerigen und mehrblätterigen Fruchtknoten zeigt die Griffelhöhle wiederum sehr verschiedene Formen, bei dreiblätterigen Pistillen ist sie ebenfalls gleichsam dreitheilig, wie es so besonders schön an den Griffeln der Lilien und der Kaiserkrone zu sehen ist; doch alle diese Verschiedenheiten sind weniger von physiologischem Interesse, müssen aber zu genaueren systematischen Beschreibungen benutzt werden. Von gröfserer Wichtigkeit ist dagegen die Auskleidung der inneren Fläche der Griffelhöhle; in den meisten Fällen ist dieselbe mit mehr oder weniger grofsen Papillen bedeckt, welche durch warzenförmige Erhebungen der äufseren Zellenwände gebildet werden; diese Bekleidung setzt sich auf der ganzen Fläche bis zur Spitze des Griffels fort, und hier spricht sie sich meistens noch viel deutlicher aus, so

dafs gerade defshalb diese äufserste Ausbreitung des Griffelendes mit einem besonderen Namen, nämlich dem der Narbe belegt wird. Die Bekleidung der Griffelhöhle mit Papillen zeigt sich sowohl in solchen Fällen, wo die Höhle sehr weit ist, wie auch in solchen, wo sie sehr eng ist; im ersteren Falle werden alsdann diese Erhebungen der äufseren Zellenwände sehr grofs und mehr haarförmig, aber in beiden bleibt noch immer mehr oder weniger viel leerer Raum übrig, welcher überall hinreichend für den Durchgang der Pollenschläuche ist, welche die befruchtende Substanz, wie wir es später noch ausführlicher kennen lernen werden, bis zu den Eychen im Ovario führen. In vielen Fällen ist die Fläche der Griffelhöhle ganz glatt, in anderen dagegen treten um die Zeit, wenn die Befruchtung vor sich gehen soll, sehr beachtenswerthe Veränderungen des Zellengewebes ein, auf welche zuerst Herr R. Brown *) bei den Orchideen aufmerksam machte; nach den Beobachtungen dieses berühmten Botanikers zeigten sich in der Griffelhöhle der Bonatea, gerade um die Zeit, wenn die Befruchtung vor sich zu gehen anfängt, mehr oder weniger lange Röhren, welche muköse Röhren genannt wurden. Der Anfang ihrer Entstehung zeigte sich im Zellengewebe der Narbe und sie waren schwer von den Pollenröhrchen zu unterscheiden, im Herabsteigen nach dem Ovario nahmen sie sowohl an Länge als an Menge zu. Ueber den Ursprung dieser mukösen Röhren blieb jedoch ihr Entdecker in Zweifel, derselbe läfst sich jedoch sowohl bei Orchideen, als bei einigen Liliaceen durch anhaltende Beobachtung verfolgen, und damit man stets sicher ist, dafs man bei dieser Untersuchung nicht etwa mit Pollenschläuchen zu thun hat, so mufs man bei solchen Blumen schon vor der Ausstreuung des Pollens die Antheren entfernen. Diese mukösen Röhren sind keine neuen Bildungen, sondern sie bilden die innersten Zellenschichten

*) Nachträgliche Beobachtungen über die Art der Befruchtung bei den Orchideen. — Vermischte Schriften. Herausg. von Nees v. Esenbeck. V. pag. 443 etc.

des Griffels und sind in jüngeren Zuständen desselben ganz fest mit einander verwachsen, so wie es bei dem übrigen Zellengewebe der Fall ist. Um die Zeit der Befruchtung jedoch, sie mag erfolgen oder nicht, wird bei diesen und vielen anderen Pflanzen eine bedeutende Menge von Schleim im Inneren der Griffelhöhle abgesondert, und gerade diese Zellen sind es, welche dieser Absonderung vorstehen und sich dabei zugleich von einander trennen, so dafs sie später ganz lose oder mehr oder weniger vereinzelt in dem Schleime des Griffelkanals liegen. Mitunter sind diese aus ihrem Zusammenhange getretenen Zellen nicht bedeutend lang und dann sind sie durch ihre Querwände von den Pollenschläuchen, die sich bei der Befruchtung hindurchdrängen, bald zu unterscheiden, es giebt aber Fälle, wo auch diese sogenannten mukösen Röhren gleich den Pollenschläuchen 5, 6 und 7 Zoll lang sind, und von diesen höchstens durch den Inhalt zu unterscheiden sind; wenn dann die spermatische Substanz aus den Pollenschläuchen hinausgelaufen ist, so erscheinen diese den mukösen Röhren fast vollkommen ähnlich, und sind nur sehr selten mit Bestimmtheit von einander zu unterscheiden. Ich könnte hier eine Reihe von speziellen Beobachtungen aufführen, wobei ich die mukösen Röhren von sehr verschiedener Länge in einer und derselben Pflanze beobachtet habe, in den oberen Theilen des Griffels sind sie alsdann gewöhnlich kürzer und mehrere solcher Schläuche sind oftmals mit ihren Grundflächen aufeinandergesetzt, so wie sie früher in ihrer Verbindung vorkommen, wobei sie aber als gewöhnliche prismatische und langgestreckte Parenchym-Zellen erschienen; erst nach der Lostrennung durch die Schleimabsonderung nehmen diese, mehr oder weniger langgestreckten Zellen, eine Cylinderform an. Am auffallendsten erschienen mir diese mukösen Röhren bei den Cereen, wo die Fläche des Griffelkanales sehr niedlich mit Papillen ausgekleidet ist, welche bei einigen Arten meistens noch von gelblicher Farbe sind, und sich dadurch von dem darunter liegenden Zellengewebe

schon für das blofse Auge unterscheiden. Unter dieser mit Papillen versehenen Zellenschicht liegt eine Schicht von jenen mukösen Röhren, welche durch die Schleimabsonderung auseinander getrieben werden und sich in jeder Hinsicht den Pollenschläuchen dieser Pflanzen ähnlich verhalten, in dem langen Griffel des Cereus nyctagineus habe ich sie schon mehrere Stunden vor dem Aufspringen der Antheren freiliegend beobachtet und zwar von 5 und 6 Zoll Länge. Die mukösen Röhren sind meistens ganz wasserhell, nur in äufserst seltenen Fällen sind mehr oder weniger grofse Kügelchen einzeln darin vorkommend, öfters aber einzelne opake Schleimmassen.

Die eigenthümliche Auskleidung des Griffelkanales bei den Cucurbitaceen und hauptsächlich bei Cucurbita, hat schon vor längerer Zeit die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sich gezogen; Hedwig*) hat schon diese Zellenschicht beobachtet, welche sich durch ihre schöne gelbe Farbe von der Umgebung so deutlich unterscheidet, und er bemerkte auch schon, dafs in den jungen Früchten ein Strang von diesem Zellengewebe von der Narbe bis zu jedem einzelnen Eychen zu verfolgen ist; aber erst durch Herrn Brongniart ward im Jahre 1826 die Aufmerksamkeit der Botaniker auf dieses eigenthümliche Zellengewebe gerichtet, welches er leitendes oder zuführendes Gewebe (tissu conducteur) nannte, indem er glaubte beobachtet zu haben, dafs gerade zwischen den Zellen dieses Gewebes die spermatischen Kügelchen zum Fruchtboden hinabstiegen.

Im Griffelkanale der Kürbifspflanze bildet dieses gelbe Zellengewebe eine sehr dicke Schicht, welche die ganze innere Fläche desselben auskleidet und sich unmittelbar in die gelben Streifen fortsetzt, die den Fruchtknoten dieser Pflanze in sehr niedlicher Form durchsetzen, und oft von auffallender Orangefarbe sind. Es zieht sich dieses leitende Zellengewebe von dem Griffel aus in Form von

*) Abhandlungen und Beobachtungen. 1793. II. pag. 101.

fünf strahlig gestellten Blättern durch den Fruchtknoten, und diese theilen sich wiederum in der Art, wie wir es auf jedem Querschnitte einer solchen jungen Frucht sehen, nämlich jede dieser Längsplatten theilt sich in zwei gekrümmte Arme, welche noch eine bedeutende Strecke hindurch wellenförmig verlaufen und unmittelbar mit der Mikropyle der Eychen in Berührung kommen, welche hier an den wandständigen Placenten angeheftet sind. Dieses leitende Zellengewebe bei dem Kürbisse ist im Fruchtknoten wie in dem Griffel von gleicher Gestalt; längere Zeit vor der Befruchtung erkennt man darin, sowohl auf Querals auf Längsschnitten ganz gewöhnliches dodekaëdrisches Parenchym, später aber, wenn der Fruchtknoten anschwillt, geschieht eine Auflockerung in diesem Zellengewebe; auch hier ergiefst sich ein Schleim, welcher von diesen Zellen abgesondert wird, und indem sich diese allmälich von einander mehr oder weniger vollständig trennen, runden sich ihre Ecken und Kanten ab, und sie liegen dann so lose neben einander, dafs die herabsteigenden Pollenschläuche mit Leichtigkeit hindurchgehen und durch den, schon vorhin angegebenen Weg, welchen das leitende Gewebe im Fruchtknoten zeigt, bis zu den Oeffnungen der Eyhäutchen gelangen können. Herr Brongniart hat kleine Kügelchen abgebildet, welche sich in grofser Anzahl zwischen den Zellen dieses leitenden Gewebes befanden und vielleicht die spermatischen Kügelchen sein könnten, welche sich zwischen diesen Zellen hindurchdrängen, um zu den Eychen zu gelangen; das Vorkommen dieser Kügelchen in den erweiterten Intercellulargängen des leitenden Zellengewebes kann ich jedoch nicht bestätigen, sondern, wenn man zur gehörigen Zeit untersucht und recht dünne Schnitte macht, so wird man sehen, dafs sehr lange zarte Schläuche hindurchlaufen, worin grofse Massen einer trüben und gekörnten Substanz enthalten sind, und diese Schläuche sind die Pollenschläuche, welche die spermatische Feuchtigkeit zu den einzelnen Eychen führen.

Werfen wir nochmals einen Rückblick auf das im

Vorhergehenden Vorgetragene, so wird uns sogleich als das auffallendste Resultat hervorleuchten, dafs die Höhle des Ovarium's in allen Fällen offen ist, d. h. dafs sie auf irgend eine Weise mit der atmosphärischen Luft in unmittelbarer Verbindung steht, und dafs dadurch die Möglichkeit gegeben ist, dafs die befruchtende Substanz, welche durch die Bestäubung mit dem Pollen auf die Narbe gebracht wird, durch den Griffelkanal hindurch in die Höhle des Ovarium's und bis zu dem Eychen selbst geführt werden kann; auch werden wir in der Folge den plastischen Prozefs näher kennen lernen, dessen sich die Natur hiebei bedient. In sehr vielen Fällen wird dieser Weg, den die befruchtende Substanz bis zum Eychen nimmt, durch jenes eigenthümliche Zellengewebe angedeutet, welches den Namen des leitenden erhalten hat, und stets als eine unmittelbare Fortsetzung des Zellengewebes die innere Fläche des Griffelkanales anzusehen ist.

Schliefslich bleibt uns noch die Betrachtung der Narbe übrig, welche, wie wir schon kennen gelernt haben, nichts Anderes als die obere Ausbreitung der Griffelspitze ist. Die Formverschiedenheiten der Narbe sind aufserordentlich grofs, doch die specielle Aufführung dieser Formen gehört der beschreibenden Botanik an. Gewöhnlich zeichnet sich die Narbe von dem übrigen Theile des Griffels durch eine besondere Anschwellung aus, und fast in allen Fällen ist sie durch eigenthümlich geformte Zellen bekleidet, welche derselben ein schwammiges oder sammetartiges Ansehen geben. Diese Bildungen auf der Oberfläche der Narbe nennt man Papillen, welche aber wiederum äufserst verschiedene Formen und sehr verschiedene Gröfse aufzuweisen haben, auch in Hinsicht ihrer Structur sind sie bei verschiedenen Gewächsen sehr verschieden, denn es sind nicht immer einfache Zellen, welche sich bald als kleine Papillen, durch Erhebung der äufseren Zellenwände der Epidermis darstellen, oder in Form von cylindrischen oder keulenförmigen mehr oder weniger langen Haaren zeigen, sondern nicht selten sind es zellige, mehr oder weniger

grofse, bald kurze, bald lange Auswüchse, zwischen denen zuweilen wiederum einzelne Härchen auftreten. Gewöhnlich sind die Papillen der Narbe von eben derselben Form, wie die Papillen auf der inneren Griffelfläche, nur in Hinsicht der Gröfse unterscheiden sie sich, und hier kann man als ziemlich feststehende Regel ansehen, dafs die Papillen des Griffelkanales immer länger und gröfser werden, je mehr sie sich der Ausbreitung der Griffelspitze näheren, und selbst in solchen Fällen, wo diese Papillen der Narbe nicht gleich grofs sind, da werden sie immer länger je näher sie dem Rande der Ausbreitung der Narbe stehen.

Ein sehr bemerkenswerther Fall findet bei Lupinus statt, wo die eigentliche Narbe ziemlich vollständig einem länglich gezogenen Köpfchen ähnelt, und über und über mit kurzen, aber ziemlich gleich grofsen und gleich langen Härchen besetzt ist, welche aus den äufseren Wänden der oberflächlichen Zellenschicht hervorgewachsen sind, ganz so, wie es auch in anderen Fällen vorkommt; der Rand dieser Narbe wird jedoch noch durch einen Kranz von einfachen und zugespitzten Härchen eingeschlossen, welche auf der einen Seite länger, als auf der entgegengesetzten sind, und gleichsam einen Becher bilden, in dessen Grunde die kopf- oder kegelförmige Narbe sitzt. Es ist ganz augenscheinlich, dafs durch das Vorkommen dieses Kranzes von Haaren rund um die Narbe die darauffallenden Pollenkörner festgehalten werden, was hier um so nöthiger ist, als die Narbe sehr klein und kegelförmig zugespitzt ist, so dafs die Pollenkörner nicht leicht daran haften würden. Es läfst sich ganz deutlich beobachten, dafs die Härchen dieses Narbenkranzes und Narbenbartes als wirkliche Verlängerungen der Epidermis-Zellen des Griffels auftreten, daher die von den Herrn Schleiden und Vogel*) gegebene Darstellung dieses Gegenstandes nicht ganz richtig ist. Bei vielen anderen Pflanzen ist die Griffelhöhle und ebenso

*) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Blüthentheile bei den Leguminosen. — Acta Acad. C. L. C. Vol. XIX. P. I. Tab. X. Fig. 39. B.

auch die innere Fläche der Nebentheile mit kleinen und gleichmäfsigen Papillchen bekleidet, während an den Enden ein kleiner Theil der Narbenfläche mit gröfseren und bedeutend längeren Papillen, gleichsam mit kleineren Härchen bedeckt ist, welche keinen allmähligen Uebergang in die Papillchen der Griffelhöhle zeigen.

Es giebt aber auch Fälle, wo die obere Fläche der Narbe mehr oder weniger ganz glatt ist, während der Griffelkanal mit Papillen ausgekleidet wird; ein interessantes Beispiel der Art bietet die Familie der Nymphaeen, wo die Narben der verschiedenen, nebeneinander stehenden Carpelle eben so wie diese mit einander verwachsen sind, und es sogar schwer hält die Oeffnungen zu finden, welche zu den kurzen Griffelkanälen führen, beobachtet man aber feine Querschnitte, welche dicht unter der Narbe ausgeführt sind, so wird man sogleich die Griffelkanäle erkennen und auch ihre Auskleidung mit kleinen Papillen bemerken, zwischen welchen für den Durchgang der Pollenschläuche noch hinlänglich Raum übrig ist.

Die Form der Narbe bietet bei verschiedenen Pflanzen die gröfsten Verschiedenheiten dar, wovon die hauptsächlichsten in allen Handbüchern der Terminologie aufgeführt werden; sitzt die Narbe auf dem ganzen Rande des ungetheilten Griffels, so ist sie stets durchbohrt und ihre Oeffnung ist die unmittelbare Fortsetzung des Griffelkanales; ist aber der Griffel an seiner Spitze sehr zertheilt, und sitzt die Narbe nur auf den äufsersten Theilen der Fläche dieser Griffelspitzen, so darf man auch nicht nach einer Durchbohrung der Narbe suchen, denn den einzelnen Trägern dieser Narben kommt ebenso wenig ein Griffelkanal zu. Besonders bemerkenswerth sind noch die Fälle, wo die Narbe seitwärts dem Rande der Griffelspitze befestigt ist, sie deuten zugleich auf die ursprüngliche Bildung des Pistills. Eine seitwärts sitzende Narbe, welche zugleich unmittelbar auf dem Fruchtknoten sitzt, und dabei von einem ganz eigenthümlichen Baue ist, auf den man bisher noch nicht aufmerksam gemacht hat, zeigt die Gattung

Urtica. In Fig. 4. Tab. XIV. ist die Narbe von der Urtica urens an einem Fruchtknoten dargestellt, dessen Eychen schon seit einiger Zeit befruchtet ist; die Vergröfserung ist schwach, aber man erkennt schon, dafs die Narbe aus lauter gegliederten Härchen besteht; aber in dem jüngeren Zustande des Pistill's, welches in Fig. 3. dicht daneben dargestellt ist, erkennt man sogleich, dafs das ganze Büschel von diesen Haaren auf der einen Seite des Carpellarblattes sitzend ist, und zwar gehen sie von h aus, während die Oeffnung des Carpellarblattes, wodurch die Spitze des Eychen's bei e f befruchtet werden kann, in a zu sehen ist. In Fig. 2. auf eben derselben Tafel sieht man die Darstellung eines noch weit jüngeren Zustandes des Pistill's, von eben derselben Brennnessel, und obgleich sich die Oeffnung des Fruchtblattes noch lange nicht gehörig geschlossen hat, sieht man doch schon in c den Ursprung der Härchen, welche später die Narbe bilden. Bald nach erfolgter Befruchtung schrumpfen auch hier bei der Nessel diese Härchen der Narbe zusammen und an der reifen Frucht, wie sie in Fig. 8. Tab. XIV. dargestellt ist, sieht man das Büschelchen von kurzen braunen Härchen sitzen, welches durch b bezeichnet ist.

Die Form der Narbe ist durch ihre Bekleidung mit Papillen oder Härchen oftmals überaus niedlich, und zeigt bei starken Vergröfserungen die bewunderungswürdigste Structur; zu den ausgezeichnetesten der Art, gehören die Narben der Syngenesisten und hauptsächlich der Gräser, doch besitzen wir von diesen Formen noch immer keine richtigen und vollständigen Abbildungen, welche nach hinreichender Vergröfserung angefertigt sind.

Herr Brongniart lehrte in seiner Abhandlung über die Zeugung des Pflanzenembryo, dafs die Oberfläche der Narbe in ihrem Baue zwei Modificationen zeige, welche für die Art und Weise der Befruchtung von gröfster Wichtigkeit seien. Bei der gröfsten Menge von Gewächsen, sagt Herr Brongniart, fehlt der Narbe die Epidermis und hier liegen die Zellen, welche sie bedecken, frei neben einander und

bilden, indem sie blofs durch gegenseitigen Druck und eine schleimige Masse zusammengehalten werden, die äufsere Fläche der Narbe. Indessen ich erlaube mir noch hinzuzusetzen, dafs diese, scheinbar frei liegenden Zellen gerade die Zellen der Epidermis der Narbe sind, welche mit ihrem unteren Ende nach wie vor festsitzen, während sie mit der oberen Wand zu Papillen ausgewachsen sind. Bei den übrigen Pflanzen werden, wie Herr Brongniart meint, die äufsersten Zellen von einer einfachen, sehr zarten, dem inneren Pollenhäutchen gleichen Membran bedeckt, die sich also von der Epidermis anderer Pflanzentheile, welche aus mehreren Schichten innig verbundener Zellen besteht sehr unterscheidet. Als Beispiele hierzu werden Nuphar lutea, Hibiscus und Nyctago angeführt, und hier soll sich im Acte der Befruchtung eine schleimige, körnige Flüssigkeit zwischen der obersten Zellenschicht und der darüber liegenden Cuticula absondern, wodurch diese emporgehoben und recht sichtbar wird, ja wenn dieser Schleim mangelt, so mufs man sich der mineralischen Säuren bedienen, um das Häutchen deutlich zu sehen. Diese eigenthümliche Epidermis auf der Oberfläche der Narbe ist nichts weiter, als die Cuticula der obersten Zellenschicht, und alle die Verhältnisse, in welchen dieselbe überhaupt zu ihren darunter liegenden Zellen steht, worüber schon im ersten Bande pag. 437 gesprochen wurde, gelten auch hier für die Epidermiszellen der Narbe, sie kann nackt sein, wie bei Nuphar, oder mit Haaren besetzt, wie bei den Malvaceen. Doch alle diese Modificationen in dem Baue der Narbenoberfläche haben auf den plastischen Prozefs, welcher bei der Befruchtung vor sich geht, keinen wesentlichen Einflufs, denn die Pollenschläuche dringen nicht etwa zwischen den Zellen der Narben-Epidermis hindurch, sondern sie ziehen sich stets in die Vertiefung der Narbe, welche nur als das äufserste Ende des Griffelkanales anzusehen ist.

Es ist wohl sehr wahrscheinlich, dafs alle diese eigenthümlichen Bildungen der Narbe, welche sich hauptsächlich durch ihre Bekleidung auszeichnen, nur dazu dienen, um

die Anheftung der Pollenkörner zu erleichtern; auch wird diese Anheftung noch befördert, indem die Narbe sehr vieler Gewächse um die Zeit der Befruchtung, eine mehr oder weniger grofse Menge eines kleberigen Schleims absondert. In anderen Fällen, wie wir es schon pag. 175. angegeben haben, wird die Anheftung der Pollenkörner durch ihre eigene Absonderung bewirkt, wobei dann die unebene Oberfläche der Narbe sehr behülflich sein mufs. Noch wichtiger ist dagegen der Nutzen jener Narbenabsonderung für den Befruchtungsakt selbst, indem diese Feuchtigkeit zur Bildung der Pollenschläuche nothwendig ist.

Schliefslich mache ich noch auf das eigenthümliche Auftreten von Härchen aufmerksam, welche auf der äufseren Oberfläche der Griffel mancher Pflanzen vorkommen, und um die Zeit der Befruchtung über und über mit Pollenkörnern bedeckt sind. Am auffallendsten sehen wir dieses bei der Gattung Campanula, und besonders schön bei den grofsblüthigen, wie bei Campanula Medium, wo diese Haare bedeutend weit von der Narbe abstehen, und an denen der Pollen ziemlich fest haftet, indem er mit einer ölig kleberigen Flüssigkeit bedeckt ist. Diese Anhäufungen von Härchen kommen auch bei mehreren Syngenesisten vor, und sie haben durch Cassini *) den Namen der B ü r s t e n- oder S a m m e l h a a r e (poils balayeurs, pili collectores) erhalten; bei den Syngenesisten kann man sie wohl als ein Reizmittel ansehen, durch welches die Antheren zum Oeffnen gezwungen werden, indem hier der Griffel um die Zeit der vollkommenen Ausbildung der Blüthe durch den Kanal der verwachsenen Antheren, gleichsam wie eine Bürste hindurchgeht, um die ausgestreuten Pollenkörner mit hindurch zu führen. Es ist aber Cassini's Vermuthung, dafs diese Haare vielleicht die Stelle der Narbe versehen, zu beseitigen, indem ich bei Campanula Medium das Herabsteigen der Pollenschläuche im ganzen Verlaufe des Griffelkanales beobachtet habe.

*) Opusc. phytol. II. pag. 374.

Erstes Capitel.

Entwickelungs-Geschichte des Pflanzen-Eychens von seinem ersten Auftreten bis zur Befruchtung.

Wir haben im Vorhergehenden kennen gelernt, dafs die Saamen der Pflanzen als integrirende Theile der weiblichen Geschlechts-Organe auftreten, ja sie sind es, welche in der ausgebildeten weiblichen Blüthe niemals fehlen, wenn auch diese noch so einfach gebauet ist; selbst dann noch tritt das Eychen, als der Zweck der ganzen Blüthenbildung auf, wenn alle jene wesentlichen Theile der Geschlechts-Organe fehlen, welche wir im Vorherigen angeführt haben, wie es z. B. bei der Gattung Taxus nachgewiesen wurde.

Die nähere Betrachtung des Pflanzen-Eychens zerfällt überhaupt in zwei Abtheilungen, in der ersteren wird das Eychen vor seinem Auftreten bis zur Zeit der Befruchtung verfolgt, und in der zweiten lernen wir die Veränderungen kennen, welche das Eychen während und nach der Befruchtung erleidet. Die Untersuchung des unbefruchteten Eychens hat, der Kleinheit dieser Theile wegen, sehr grofse Schwierigkeiten aufzuweisen, und die Geschichte lehrt auch, dafs fast alle ausgezeichnete Botaniker an diesem Gegenstande gearbeitet haben, bis es endlich Herrn v. Mirbel, in seinen neuen Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung des Pflanzen-Eychens *) gelungen ist, denselben soweit zu fördern, dafs man gegenwärtig, mit Hülfe der Beobachtungen von Herrn Robert Brown, die Structur und die Entwickelung eines jeden Pflanzen-Saamens mit Leichtigkeit erkennen wird, wenn man sich bei der Untersuchung desselben die gehörige Zeit nimmt.

*) Annales des scienc. natur. Juill. 1829. pag. 302—318.

An dem Pflanzen-Eychen zur Zeit der Befruchtung, unterscheidet man den Kern (Nucleus) und die Hüllen welche den Kern umschliefsen, und gegenwärtig im Allgemeinen Eyhüllen genannt werden; die Zahl dieser Eyhüllen ist bei verschiedenen Gattungen und Familien verschieden, und dieses gab zu den verschiedenen Benennungen und Deutungen dieser Theile Veranlassung. Herr Robert Brown lehrte zuerst, dafs das unbefruchtete Eychen phanerogamischer Gewächse im Allgemeinen aus zwei concentrischen Membranen bestehe, welche den Kern von markigzelliger Structur einschliefsen, so wie auch, dafs diese Hüllen weder unter sich, noch mit dem Kerne verwachsen sind, sondern nur an ihrem Ursprunge zusammenhängen.

Der Kern des Eychen's ist der wesentlichste Theil, welcher niemals fehlt; in ihm, oder aus ihm bildet sich eine Höhle, worin in Folge der Befruchtung der Embryo oder die künftige junge Pflanze erscheint. Schon Grew und Malpighi haben diesen wesentlichen Theil des Pflanzen-Eychen's von dessen Umhüllungen unterschieden; Ersterer beschrieb die Eyhüllen als äufsere Saamenhaut und den Kern als mittlere Membran, während Malpighi die Hüllen des Eychen's unter dem Namen Secundinae externae und den Kern als Chorion beschrieb. Herr Treviranus*) nannte die Eyhüllen, welche durch Gärtner den Namen der Testa erhalten hatten, die äufsere Haut und beschrieb den Kern als innere Haut.

An dem Kerne wie am ganzen Eychen unterscheidet man die Basis und die Spitze, Bezeichnungen, welche bei dem jungen Eychen sogleich in die Augen fallen und bei der Beschreibung der Saamen sehr wichtig sind.

Der Kern des Eychen's zeigt seine Wichtigkeit nicht nur dadurch, dafs in ihm der Embryo gebildet wird, sondern auch dadurch, dafs er von allen Theilen des Eychens zuerst erscheint; er tritt aus der Oberfläche der Placenta

*) Von der Entwickelung des Embryo und seinen Umhüllungen im Pflanzen-Ey. Berlin 1815. pag. 6.

als ein kleiner konischer Hügel hervor, wovon Fig. 2. Tab. XIII. eine Darstellung aus einem jungen Ovario der Capsella Bursa pastoris giebt. In Fig. 1, dicht daneben, sind zwei nebeneinander stehende Kerne eben derselben Pflanze nach einem etwas vorgeschritteneren Zustande dargestellt; sie bestehen aus einem sehr weichen Parenchyme und vergröſseren sich in der Art, daſs sie alsbald dergleichen Formen zeigen, wie in Fig. 3. dargestellt sind; c ist hier ein vergröſserter, aber noch einfacher Kern, an den Kernen d und f bemerkt man dagegen auſser der bedeutenden Verlängerung eine Anschwellung der unteren Hälfte bei e und bei g. Von diesen Stellen aus beginnt die Bildung der Eyhüllen, welche allmälich über den ganzen hervorragenden Kern hinüberwachsen. Die Gattung Capsella, so wie die gröſste Menge der Pflanzen, haben zwei Eyhüllen aufzuweisen, und in allen bis jetzt beobachteten Fällen geschieht dann die Bildung der, dem Kerne zunächst liegenden Hülle, welche wir stets als innere Eyhülle bezeichnen wollen, zuerst, und nachdem diese mehr oder weniger hervorgetreten ist, geschieht die Bildung der äuſseren Eyhülle. In der Fig. 4 und 5. Tab. XIII. sieht man an der Basis des Kernes b, b, zwei Wülste, wovon c c, den Anfang der inneren Eyhülle und d d den Anfang der äuſseren Eyhülle darstellt. In Fig. 6. ist die Entwickelung des Eychen's darin weiter fortgeschritten, daſs die äuſsere Hülle über die innere hinausgewachsen ist, und auch den Kern b schon bis zur Hälfte umschlieſst. In der Fig. 7. sieht man, daſs die Eyhülle über den ganzen Kern hinausgewachsen ist und nur eine Oeffnung b b zurückgelassen hat.

Die Eychen des Mohnes (Papaver somniferum L.) und der Orchis Morio L., welche auf eben derselben Tafel in verschiedenen Entwickelungs-Zuständen dargestellt sind, zeigen eine ganz ähnliche Bildung des Kerns und dessen umschlieſsenden Hüllen. In Fig. 26. ist ein junges Eychen aus der Mohnpflanze dargestellt; b ist der hervorragende Kern, c c die innere Eyhülle und aus der Anschwellung

bei d beginnt die Bildung der äufseren Eyhülle. In Fig. 28 und 29. sind entwickeltere Eychen dargestellt, an welchen die Hüllen allmälich über den Kern hinauswachsen, besonders in letzterer Figur kann man sehen, dafs der Kern b von den beiden Hüllen cc und dd in der Art eingeschlossen wird, als wenn er auf dem Grunde zweier aneinander gesetzter Becher befestigt ist. In Fig. 30. ist der Saame von Papaver nudicaule gleich nach der Befruchtung dargestellt, und hier sind die Saamenhüllen über den ganzen Kern hinausgewachsen, ja die äufsere Hülle hat sich bei d noch etwas darüber hinaus gekrümmt.

Aber noch viel deutlicher ist die Bildung der Eyhüllen an den Abbildungen von Orchis Morio in Fig. 31—34. Tab. XIII. zu sehen; in den Figuren 31 und 34. ist b, b die Spitze des Kernes, welche noch aus der inneren Eyhülle hervorragt; in letzterer Figur aber durch den Rand cc beinahe schon ganz umschlossen ist. In Fig. 31. sieht man bei d das Hervortreten der zweiten oder äufseren Eyhülle aus denjenigen Zellen, welche bis dahin die Epidermis der Basis des Saamens bildeten; in Fig. 32. ist diese Zellenschicht dd schon sehr bedeutend ausgebildet, und wächst allmälich über die innere Hülle, so dafs alsbald die Form auftritt, welche in Fig. 33. dargestellt ist. Hier ragt der Kern nur noch mit seiner Spitze c über den Rand der inneren Hülle dd hinaus, und die äufsere Hülle e wächst als eine mächtige Zellenlage hinauf. Fig. 34. zeigt das Eychen dieser Pflanze bald nach erfolgter Befruchtung und vergleicht man dasselbe mit dem danebenstehenden in Figur 33, so wird man finden, dafs bei einer allgemeinen Vergröfserung der Eyhüllen, welche durch blofse Ausdehnung der Zellen geschieht, die äufsere Hülle weit über die innere hinausgewachsen ist, so dafs sie erst bei bb mit ihrem Rande aufhört, während die innere Hülle schon bei cc endet. Sowohl hier, wie in so vielen anderen Fällen ist es ganz deutlich zu sehen, dafs diese Eyhüllen aus ganz einfachen Zellenschichten bestehen.

So wie die Zahl der Eyhüllen bei verschiedenen Gat-

tungen einer und derselben Familie nicht immer gleich ist, so zeigen verschiedene Gattungen auch bedeutende Abweichungen in der Entwickelung der Eyhäute. Die Eychen von Epipactis sind z. B. um die Zeit, wenn die Befruchtung erfolgt, ganz anders gestaltet als die von Orchis, die äufsere Hülle ist alsdann verhältnifsmäfsig wenig weiter ausgebildet, als in Fig. 33. Tab. XIII, wie ich es auch in Fig. 23. Tab. XV. dargestellt habe; einige Zeit nach der Befruchtung wächst aber auch bei Epipactis die äufsere Hülle über die innere, und der Saamen erhält fast eben dieselbe Form, als der von Orchis, es bleibt aber immer ein sehr merkwürdiger Fall, dafs hier die Befruchtung erfolgt, noch ehe die äufsere Saamenhaut über das Eychen hinausgewachsen ist.

Die Entstehung der Eyhüllen aus der Basis des Kern's ist schon vor langer Zeit durch Herrn Robert Brown gelehrt, dagegen stellte Herr von Mirbel *) die Ansicht auf, dafs das Eychen in seinem ersten Entstehen ein kleiner zelliger Auswuchs sei, der weder eine Umkleidung, noch eine Oeffnung zu haben scheint, was auch die vorhergehenden Beobachtungen bestätigten. Doch bald nachher meint Herr von Mirbel, öffne sich der kleine Auswuchs auf seinem Scheitel und man erkenne nun durch diese Oeffnung die Ränder der beiden Eyhüllen, wovon die äufsere das Exostomium (Aufsenmündung), die innere das Endostomium (Innenmündung) bilde. Diese Ansicht des Herrn von Mirbel über die Bildung der Eyhäute war nicht richtig; die beiden Oeffnungen der Eyhüllen sollten anfangs sehr klein sein, sich allmälich erweitern und, wenn sie auf das Maximum der von ihnen zu erreichenden Erweiterung gelangt sind, sich wiederum verengern und sich endlich schliefsen. Auch Herr Fritzsche**) widerlegte jene

*) l. c. auch übers. zu finden in R. Brown's vermischten Schriften. IV. pag. 519.

**) Ueber die Entwickelung des Pflanzeneies in seinen frühesten Zuständen und über die Bildung der Häute desselben in Wiegmann's Archiv etc. II. pag. 229.

Ansicht und stellte eine andere Hypothese über die Bildung der Eyhüllen auf, welche gleichfalls durch mehrfache Beobachtung des Gegenstandes bei verschiedenen Pflanzengattungen leicht zu widerlegen ist. Der Kern soll nach Herrn Fritzsche aus einer, die Warze umkleidenden Zellenschicht und einem inneren, mehr unregelmäfsigen Zellengewebe bestehen; hierauf bilde sich durch zwei Einschnürungen eine Wulst, welche dadurch entsteht, dafs jene äusfere Zellenschicht an der Stelle der Wulst ein wenig heraustritt und eine kleine Falte bildet, die als eine Duplicatur derselben angesehen wird und die innere Eyhülle darstellt. Die Trennung der äufseren Hülle soll erst ziemlich spät erfolgen. Die Darstellung, welche Herr Fritzsche über die Bildung der Eyhüllen gegeben hat, ist im Allgemeinen etwas unklar, doch sieht man, dafs er das frühere Auftreten der inneren Saamenhülle richtig beobachtet hat, und die Entstehung derselben durch Einschnürung in der äufseren Zellenschicht zu erklären glaubt, eine Ansicht, welche schon durch die von uns gegebenen Abbildungen über das früheste Auftreten der Eyhüllen widerlegt wird. Man darf die Bildung der Eyhüllen weder durch Abschnürungen erklären wollen, noch für Duplicaturen der äufseren Zellenschicht oder der Epidermis des Kernes halten; denn weder das eine, noch das andere wird durch die Beobachtung bestätigt. Die Beobachtung zeigt vielmehr, dafs noch vor dem ersten Auftreten der Eyhülle eine bedeutende Anschwellung der Basis des Kernes stattfindet, und dafs dann die Eyhülle aus den äufseren, durch die Anschwellung seitlich hervorgeschobenen Zellen gebildet wird; bei den Eychen mit doppelten Hüllen, tritt gewöhnlich, gleich nach der ersten Bildung der inneren Hülle, auch sehr bald die äufsere Hülle auf, und hier bemerkt man gleichfalls wiederum eine Anschwellung der ganzen Basis des Kernes unterhalb der schon gebildeten inneren Hülle, worauf aus dem seitlichen Rande der Anschwellung, ebenfalls aus den äufserlich gelagerten Zellen die Bildung der äufseren Hülle beginnt. Bei der mehrmaligen Betrachtung dieses Vorgan-

ges bei verschiedenen Pflanzen, wird es nicht schwer sein zu erkennen, dafs der Kern des Eychen's als ein Achsengebilde dasteht, um welches sich, rund herum die Eyhüllen gleich den Blättchen am Stengel entwickeln. Auch hat man schon mehrmals beobachtet, dafs die Eyhüllen in kleinen Blättchen ausgewachsen waren, wefshalb man berechtigt zu sein glaubt, auch die Eyhüllen, als modificirte Blätter zu betrachten. Ich kenne keinen Fall, in welchem die Eyhüllen bei ihrem ersten Auftreten als gesonderte Blättchen erschienen wären, sondern stets bilden sie becherförmige Hüllen, welche die darin sitzenden Kerne umschliefsen.

So wie das Pflanzen-Eychen überhaupt in Form, Gröfse und Structur die mannigfachsten Abänderungen zeigt, so auch der Kern des Eychen's an und für sich, welcher zuweilen gleich bei dem ersten Auftreten der Eyhüllen, als ein langer cylinderischer Zapfen hervorragt, wie bei Capsella (Fig. 4 und 5. Tab. XIII.), oder gleich einem stark zugespitzten Kegel erscheint, wie bei Euphorbia; diese ursprünglichen Formen pflegen dem Kerne auch in den spätesten Zeiten, wenn die Eyhüllen ausgebildet sind und die Befruchtung vorbereitet wird, zu bleiben. Am auffallendsten ist jedoch die Verschiedenheit, welche der Kern des Eychen's bei verschiedenen Pflanzen in Hinsicht seiner Masse zeigt; er ist nämlich entweder aus einer soliden kegelförmigen Zellenmasse gebildet, wie z. B. bei der Nessel (Fig. 4, 5 und 6. Tab. XIV.), bei Ricinus (Fig. 16. Tab. XIV. hgg.) und der Kaiserkrone in Fig. 1. Tab. XV., wo a b c d die innere Hülle und e f g den Kern darstellt, welcher, wie wir später kennen lernen werden, in Folge der eintretenden Befruchtung hohl wird. In anderen Fällen dagegen besteht der Kern aus einer einfachen Zellenschicht, welche den kegelförmigen oder warzenförmigen Körper desselben bildet und eine Höhle einschliefst, wie es z. B. bei den Cruciferen, den Orchideen u. s. w. schon in sehr frühen Perioden, wenn noch keine Eyhüllen vorhanden sind, zu erkennen ist.

Bei einer grofsen Anzahl von Pflanzen, bestehen die

Eyhüllen aus einfachen Zellenschichten, wie dieses z. B. an den Eychen von Orchis auf Tab. XIII. dargestellt ist; in solchen Fällen ist die Ansicht, als wären die Eyhüllen als blofse Duplicaturen der äufseren Zellenschicht des Kerns zu betrachten schon von selbst widerlegt, und in anderen Fällen, wo die Eyhüllen mehr oder weniger dick und fleischig auftreten, wie z. B. die äufsere Hülle bei den Saamen der Liliaceen, da hat man durch jene Ansicht ebenfalls nichts gewonnen, indem dann noch immer die Entstehung der zwischenliegenden Zellenschichten übrigbleibt. Mit gröfserer Umsicht hat kürzlich Herr Schleiden*) die Bildung der Eyhäute beschrieben; er sagt, dafs sich die Wulst, welche an der Basis des Kerns entsteht, als eine Art von Hautfalte ausdehnt und allmälich den Nucleus überzieht; auch bemerkt Herr Schleiden, dafs das sich bildende Integument häufig nur aus einer Falte der Oberhaut des Nucleus besteht, worin, wie es vorher gezeigt wurde, ich nicht beistimmen kann, dafs aber in fast allen Familien, die gar kein zweites Integument bilden, wie auch in einigen, die beide Eyhüllen haben, als bei den Euphorbiaceen, den Cystineen und Thymeleen, auch ein ziemlich dickes Parenchym an dieser Bildung Theil nimmt.

Die jungen Pflanzen-Eychen zeigen in ihren Zellen meistentheils mehr oder weniger grofse Zellenkerne, welche entweder, wie in den Abbildungen aus der Kaiserkrone (Fig. 1 und 3. Tab. XV.) oder aus der Orchis (Fig. 32 und 33. Tab. XIII.) gestaltet sind, wo sie gleich trüben und etwas feingekörnten, fast linsenförmigen Schleimmassen erscheinen, oder der Zellenkern enthält ein festeres Kügelchen, als Mittelpunkt, um welches sich eine klare und ziemlich glasartig durchscheinende Schleimscheibe herumgelagert hat, die sehr oft von ihrem Rande aus durch zarte Schleimfäden nach verschiedenen Seiten der Zelle hin befestigt ist. Um die Zeit hin, wenn sich der Ent-

---

*) Einige Blicke auf die Entwickelungs-Geschichte des vegetabilischen Organismus bei den Phanerogamen. Wiegmann's Archiv von 1837. I. pag. 307.

wickelungs-Zustand des Eychen's der Befruchtungs-Periode nähert, dann bemerkt man, dafs in dem Zellenkerne mehr oder weniger grofse feste Pünktchen auftreten, welche ziemlich regelmäfsig im Umfange des Kernes, also kreisförmig gestellt sind. Diese festeren Körperchen vergröfsern sich allmälich und im Verhältnifs ihres Wachsthumes, welches durch äufserliche Anlagerung der Substanz erfolgt, verschwindet die Substanz des Kernes, so dafs zuletzt nur noch die regelmäfsig kreisförmig gestellten Kügelchen ohne alle Spur des Zellenkernes zurückbleiben, wie es in Fig. 23. Tab. XV. aus dem Eychen der Epipactis dargestellt ist. In den Randzellen der inneren Eyhülle zeigen sich hier noch deutliche Zellenkerne.

Da es sehr schwer war die Structur des Eychen's richtig aufzufassen, und da die Zahl, die Form und die Gröfse der einzelnen Theile dieser Eychen bei verschiedenen Gattungen und Familien so sehr verschieden ist, so wird es erklärlich, dafs auch die Benennungen derselben bei verschiedenen Autoren sehr verschieden sind, wie wir es auch schon im Anfange dieses Capitels angedeutet haben. Wir haben den Kern des Eychen's als den wesentlichsten Theil desselben kennen gelernt, und es giebt auch ganze Pflanzen-Familien, bei denen der Kern stets nackt bleibt, wie z. B. bei den Asclepiadeen und den Rubiaceen, während derselbe bei anderen Familien mit einer einzelnen Hülle umkleidet wird, und bei den meisten Pflanzen sogar mit zwei Hüllen; ja es giebt Pflanzen-Eychen, welche sogar noch nach der Befruchtung mit einer dritten Hülle umkleidet werden, die aber niemals vollständig ist und unter dem Namen des Arillus bekannt ist.

Es würde grofsen Raum erfordern, wollte ich alle die Namen aufführen, welche von verschiedenen Botanikern für die verschiedenen Saamenhüllen vorgeschlagen worden sind, ich begnüge mich vielmehr nur diejenige Nomenclatur der Eyhüllen aufzuführen, welche man als gangbar betrachten kann; ich selbst halte mich im Allgemeinen an die, von Robert Brown in Vorschlag gebrachten Benen-

nungen, welche auch am Allgemeinsten angewendet werden. In der schon früher aufgeführten Abhandlung schlug Herr v. Mirbel für die verschiedenen Theile des unbefruchteten, so wie des befruchteten Eychen's eine neue, und sehr einfache Nomenclatur vor, welche jedoch nicht haltbar ist; er nannte die äufsere Haut: Primine, die innere Haut: Secondine und den Kern: Tercine, obgleich es demselben schon bekannt war, dafs die Saamen mancher Pflanzen nur mit einer Hülle versehen sind. Diese Verschiedenheit in der Anzahl der Eyhüllen, ja deren gänzliches Fehlen in einigen Fällen, ist es eben, wodurch die vorgeschlagenen Benennungen unpassend werden, ja offenbar noch unpassender, als die schon vorhandenen Namen. Bei den Pflanzensaamen mit einfacher Hülle läfst es sich eigentlich gar nicht bestimmen, ob die sogenannte Primine oder Secondine fehlt, daher man hier fast immer zweifelhaft bleiben wird, welchen von diesen Namen man einer solchen einfachen Eyhülle beizulegen hat. Die Tercine ist dagegen nichts Anderes, als der Kern oder die Kernhaut nach Robert Brown, und da wir gesehen haben, dafs der Kern, als der wesentlichste und stets vorhandene Theil des Eychen's auftritt, so wird es am Vortheilhaftesten sein, wenn die Bestimmung der übrigen Theile des Eychen's nach dem Kerne stattfindet. So schlägt Herr Schleiden die Benennungen: Integumentum primum aut internum und Integumentum secundum sive externum für diejenigen Fälle vor, wo das Eychen mit doppelten Hüllen auftritt, er schlägt also vor, die Zählung der Eyhüllen vom Kerne aus zu beginnen, und diejenige Hülle als die erste zu bezeichnen, welche sich dem Kerne zunächst und auch zuerst bildet. Die Zählung der Eyhüllen nach diesen Benennungen läuft also derjenigen des Herrn v. Mirbel gerade entgegengesetzt, und möchte wohl zu Verwechselungen Anlafs geben, so dafs es mir vortheilhafter zu sein scheint, wenn wir für diejenigen Fälle, wo die Saamen mit doppelten Integumenten auftreten, die älteren Benennungen: Aufsenhaut oder äufsere Hülle und Innenhaut oder innere

Hülle beibehalten, welche gegenwärtig nicht nur allgemein bekannt sind, sondern auch verständlich sein möchten. Für diejenigen Fälle aber, wo die Eychen nur eine einzelne Hülle zeigen, da ist Herrn Schleiden's Benennung: Integumentum simplex sehr zu empfehlen; man kann dieselbe anwenden ohne vorher noch lange Untersuchungen anzustellen, ob diese einfache Eyhülle in ihrer Structur mehr der äufseren oder der inneren Hülle der anderen Eychen parallel zu stellen ist.

Das unbefruchtete Pflanzen-Eychen geht, mag es mit oder ohne Eyhüllen versehen sein, in vielen Fällen sehr mannigfache Veränderungen der Form ein, welche man gerade als die Ursache ansehen kann, dafs die Structur derselben so lange mehr oder weniger verkannt wurde; ich meine hiemit die Krümmungen, welche die Eychen der meisten Pflanzen zeigen, die besonders für die systematische Botanik von solcher Wichtigkeit sind, dafs wir diese Vorgänge einer näheren Betrachtung unterwerfen müssen.

Die Abbildungen der verschiedenen Entwickelungs-Zustände des Eychen's der Capsella Bursa pastoris, welche ich Tab. XIII. Fig. 1—8. gegeben habe, zeigen alle die Veränderungen, welche das Eychen dieser Pflanze in Hinsicht der Form und Lage aufzuweisen hat, ganz deutlich. Man bemerkt an den Figuren 4 und 5., dafs mit der Anschwellung der Basis des Kernes und dem ersten Auftreten der Eyhüllen zugleich eine bestimmtere Trennung des ganzen Eychens von der Masse der Placenta stattfindet, indem die Basis desselben durch einen, aus der Placenta hervorwachsenden Stiel emporgehoben wird. Dieser Stiel des Eychen's, der in den Figuren 4, 5 und 6. durch a bezeichnet ist, wird an den Saamen verschiedener Pflanzen bald mehr bald weniger lang und bildet die Nabelschnur (Funiculus umbilicalis), welche aus parenchymatischem Zellengewebe und einer oder aus mehreren Spiralröhren besteht, die, wie es Fig. 8. zeigt, mitten durch die Nabelschnur bis in die Basis des Eychen's hineinlaufen und hier wie bei c plötzlich enden, nachdem sie mehr

oder weniger viele Aeste ausgeschickt haben. Diese Nabelschnur mit ihren Spiralröhren, (die sogenannten vasa umbilicalia) ist es, durch welche das Pflanzen-Eychen den Nahrungssaft erhält; die Benennung ward von Malpighi gegeben, sie ist aber keinesweges so passend, als es scheinen möchte, denn die Nabelschnur bei den Thieren, führt die Nahrung nicht zu den Eyhüllen, sondern unmittelbar in den Embryo, während der Pflanzen-Embryo in gar keiner unmittelbaren Verbindung mit der Nabelschnur steht, wie man es in den Abbildungen der aufrechtstehenden Eychen auf beiliegenden Tafeln am besten sehen kann, z. B. in Fig. 8. Tab. XIV. an dem Saamen der Urtica urens, wo c die Nabelschnur ist, deren Spiralröhren bis in den gelblichen Körper d hineingehen. Der Embryo dieses Saamens (o p) dagegen hängt nur an seinem Wurzelende o mit der Spitze des Kernes h in Berührung. Bei den aufrechtstehenden Eychen der Polygoneen, wozu die Figuren 9 bis 13. auf eben derselben Tafel die Abbildungen von Polygonum aviculare geben, ist die Nabelschnur, welche überall mit c bezeichnet ist, viel länger als bei der Gattung Urtica.

Man hat diejenige Stelle des Eychen's, an welcher die Spiralröhren der Nabelschnur enden, durch einen besonderen Namen bezeichnet, da diese Stelle in vielen Fällen sehr ausgezeichnet gestaltet und gefärbt ist; Gaertner*) nannte jene Stelle die Chalaza und meinte, dafs sie aus den letzten Endungen der Umbilikalgefäfse oder aus den Ueberbleibseln des eingetrockneten Chorion's ihren Ursprung nehmen. Gewöhnlich lehrt man gegenwärtig, dafs die Gefäfsbündel der Nabelschnur die äufsere Haut des Eychen's durchbrechen, sich dann auf der inneren mehr oder weniger ausbreiten und dadurch den Nabelfleck oder die Chalaza bilden, indessen dieser Gegenstand verlangt eine viel genauere Bestimmung und würde besonders erst durch monographische Arbeiten folgenreich erweitert werden.

---

*) De fruct. etc. I. CXXXV.

Für die systematische Botanik ist die Bestimmung der Chalaza von besonderer Wichtigkeit, indem sie stets die Basis des Kernes anzeigt und also stets demjenigen Punkte desselben entgegengesetzt gelagert ist, welchen wir die Spitze des Kernes genannt haben. Herr Treviranus gab in seiner, für jene Zeit höchst musterhaften Arbeit über den Pflanzen-Embryo eine genauere Beschreibung der Chalaza von Gaertner, er führt es als eine beachtenswerthe Erscheinung auf, dafs die Vertheilung der Gefäfse in den Eyhüllen einiger Gewächse auf eine sehr kleine runde Scheibe beschränkt ist. In dem Mittelpunkte dieses scheibenförmigen Körpers nämlich, der sich durch seine Dicke und seinen compacteren Bau auszeichnet, tritt das Gefäfsbündel des Nabelstranges ein und vertheilt sich divergirend nach allen Seiten. Herr Treviranus erklärt diesen, gemeinlich braungelblich gefärbten Theil für ein drüsiges Organ, und entweder diene dasselbe blofs zum Substrat des Eintrittes der Gefäfse, wie bei Ricinus, Daphne, Lycopsis, oder es bildet eine scheibenförmige Ausbreitung, innerhalb der die Vertheilung der Nabelgefäfse beschränkt ist, wie bei Zea und Euphorbia, oder es verhält sich als eine, blofs durch Farbe und Consistenz ausgezeichnete Stelle des Zellengewebes, worin nährende Gefäfse übergehen, wie bei Tropaeolum, Cucumis, Pyrus u. s. w.

Die Spiralröhren treten stets in die angeschwollene Basis des Eychen's und enden in der inneren Eyhülle; man spricht gewöhnlich von einem Durchbrechen der Nabelgefäfse durch die äufsere Hülle, doch ist dieser Ausdruck unrichtig, indem sich die äufsere Hülle um die Basis des Kernes herum bildet und diese Basis eine unmittelbare Fortsetzung der Nabelschnur ist. In den Kern des Eychen treten niemals die Spiralröhren der Nabelschnur, sie enden vielmehr in die zunächst liegende Eyhülle, wo sie entweder auf einem kleinen, eigenthümlich gefärbten und genau umschriebenen Flecke sich mannigfach verästeln und verzweigen, so dafs dadurch zuweilen, wie bei Citrus, Casuarina u. s. w. das niedlichste Gefäfsnetz entsteht, wel-

ches kaum von einem Künstler getreu dargestellt werden könnte, oder es verlaufen einzelne Spiralröhren von jenem Eintrittspunkte durch die ganze zellige Substanz der inneren Eyhülle, wie es bei Phaseolus zu sehen ist, doch geschieht das Eindringen der Spiralröhren in die Eyhüllen erst einige Zeit nach der Befruchtung des Eychen's.

Es scheint mir nöthig, dafs bei der Betrachtung der Chalaza zwei ganz verschiedene Theile an derselben besonders bezeichnet werden; sie sind bei einigen Pflanzen mehr, bei anderen weniger deutlich von einander getrennt, ja wie es bekannt ist, so fehlen bei vielen Pflanzen alle jene besonderen Merkmale, wodurch die Chalaza an der Basis des Kernes, als ein besonderer, für sich bestehender Theil von dem übrigen Gewebe des Eychen's unterschieden werden kann. Man könnte in der Chalaza einen markigen Theil und einen gefäfshaltigen Theil unterscheiden, ersterer ist als wahre Basis des Kernes zu betrachten, während der letztere der dem Kerne zunächst liegenden Hülle angehört. In der Abbildung des befruchteten Eychen's der Capsella, welche in Fig. 8. Tab. XIII. gegeben ist, findet man das Ende der sogenannten Nabelgefäfse in c, während der markige Theil der Chalaza in i, als eine knotige Anschwellung des Kernes k k erscheint und aus einem weichen, etwas grünlich gefärbten Zellengewebe besteht. Dieses eigenthümliche zarte Gewebe hat Herr Treviranus sehr passend mit einem drüsigen Körper verglichen, und es möchte auch wohl der Fall sein, dafs gerade durch diesen markigen Theil der Chalaza die gummireiche Flüssigkeit abgesondert wird, welche die Höhle des Kernes füllt und als hauptsächliche Nahrung des Embryo's anzusehen ist, wo, wie hier, kein besonderer Embryosack und kein besonderer Eyweifskörper vorhanden ist. Die Nabelgefäfse führen die rohere Nahrung bis in die Basis des Eychen's und hier möchte diese Nahrung durch den markigen Theil der Chalaza weiter zubereitet werden. Bemerkenswerth erscheint es mir, dafs dieses Zellengewebe des markigen Theiles der Chalaza die gröfste Aehnlichkeit

mit demjenigen des Markhügels zeigt, aus dessen Spitze sich der Kern der Knospen hervorbildet, wie wir es pag. 16 nachgewiesen haben.

Die Nabelschnur ist stets an der Basis des Eychen's befestigt und in allen solchen Fällen, wie bei Urtica (Fig. 1, 2 und 8. Tab. XIV.), Polygonum (Fig. 9 bis 13. Tab. XIV.), Euphorbia (Fig. 13. Tab. XV.) u. s. w. wo die Eychen bis zur vollständigen Reife in ihrer Richtung unverändert bleiben, da ist die Spitze des Eychen's dem Insertionspunkte der Nabelschnur gerade entgegengestellt; man nennt dergleichen Eychen gerade oder geradläufige (Ovula orthotropa seu atropa), und trennt sich ein solcher reifer Saame von seiner Nabelschnur, so liegt die zurückbleibende Narbe, welche man den Nabel (Hilum) nennt, der Spitze des Saamens entgegengesetzt. Wären die Pflanzen-Eychen alle geradläufig, so würde man die Structur derselben schon längst erkannt haben, die Saamen der meisten Pflanzen sind aber in ihrer Achse mehr oder weniger gekrümmt und erst Herrn v. Mirbel glückte es im Jahre 1828 die Gesetze aufzufinden, nach welchen diese Krümmungen der Saamen in ihrem unentwickelten Zustande, meistens schon lange vor der Befruchtung vor sich gehen. Durch diese glänzende Entdeckung ward Herr v. Mirbel zur Aufstellung dreier Abtheilungen berechtigt, durch welche die Eychen in Hinsicht des Verlaufes ihrer Achse sehr genau bezeichnet werden. Die erste Abtheilung umfafst die geraden oder geradläufigen Eychen, von welchen soeben im Vorhergehenden die Rede war, die zweite Abtheilung umfafst die krummen oder krummläufigen Saamen (Ovula campulotropa seu cupylitropa Mirb.), welche den Gattungen vieler grofser Familien zukommen, als den Cruciferen, den Caryophylleen, Chenopodeen, Solaneen einem grofsen Theile der Leguminosen u. s. w. Die Krümmung ist an diesen Eychen leicht zu verfolgen; bei ihrem ersten Auftreten sind sie geradläufig, doch schon mit der ersten Bildung der Hüllen beginnt die Krümmung, wie es an den Abbildungen der

jungen Eychen der Capsella, welche sich in Fig. 1—8. Tab. XIII. befinden, ganz deutlich zu sehen ist. Die Figuren 7 und 8. zeigen, dafs die Krümmung bei dieser Abtheilung der Saamen ganz allein in der Krümmung der Achse des Eychen's besteht, und dieses ist das Characteristische derselben, was überall gleich zu erkennen ist, obgleich auch hier eine Menge von Abweichungen auftreten, welche den Uebergang der krummen Saamen zu der folgenden Abtheilung vermitteln. Ist das Eychen ganz in der Mitte gelegen und mit den entsprechenden Seiten verwachsen, wie z. B. bei Potamogeton, so nennt Herr Schleiden *) ein solches Eychen: ovulum camptotropum. Die Abbildungen der Eychen des Mohnes in Fig. 28 und 29. Tab. XIII. zeigen die Krümmungen derselben in ihrer Achse; an den reiferen Eychen in Fig. 30, dicht daneben, sieht man aber, dafs das Eychen nicht nur in seiner Achse von c noch d gekrümmt ist, sondern man bemerkt auch, dafs sich die Nabelschnur von aa bis b an die gekrümmte Seite des Eychen's angelegt und mit diesem verwachsen ist. Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Saamen der Bohnen (Phaseolus), welcher in Fig. 9*. Tab. XV. abgebildet ist, wo das Eychen eine sichelförmige Krümmung zeigt und auf der unteren Hälfte der gekrümmten Fläche mit der Nabelschnur verwachsen ist. Das Eychen von Chenopodium viride in Fig. 21. Tab. XIV. zeigt dagegen die Krümmung in seiner Achse und die Nabelschnur ist mit demselben fast gar nicht verwachsen.

Bei dem krummläufigen Saamen ist die Spitze des Eychen's, auf der concaven Seite desselben, stets der Chalaza genähert, und bei solchen knieförmigen Beugungen, wie sie Capsella in Fig. 8. Tab. XIII. zeigt, da kommt die Spitze dicht an die Basis der Nabelschnur zu liegen; bei weniger vollständigen Krümmungen dagegen, kommt die Spitze des Eychen's der Chalaza weniger nahe zu liegen.

---

*) Ueber die Bildung des Eichen's etc. — Act. Acad. C. L. C. Vol. XIX. P. I. pag. 10.

In denjenigen Fällen der krummläufigen Eychen, wo ein Theil der Nabelschnur mit der concaven Seite desselben verwachsen ist, wie bei Phaseolus, Pisum u. s. w. da kommt der Nabel nahe der Spitze des Eychen's zu liegen und dieses verwachsene Ende der Nabelschnur von dem Nabel bis zur Chalaza, bildet die Nath (Raphe Gaertn. Fascia Spreng.), welche in der Chalaza endet. Diese letzteren Fälle bilden Uebergänge zu der folgenden Abtheilung.

Die dritte Abtheilung umfafst die gegenläufigen oder verdrehten Eychen (Ovula anatropa), welche ebenfalls bei ihrem ersten Auftreten geradläufig sind. Die Entstehung eines gegenläufigen Eychens sehen wir in den Abbildungen von Orchis Morio in Fig. 31 — 34. Tab. XIII. In Fig. 31. hat sich das ganze Eychen an dem Ende der Nabelschnur in der Art umgebogen, dafs es mit Letzterer schon einen spitzen Winkel bildet, obgleich es anfangs als unmittelbarer Fortsatz derselben erschien. Bei der ferneren Entwickelung des Eychen's legt sich dasselbe der Nabelschnur immer näher, so dafs es mit dieser zuletzt ganz parallel verläuft, wie in Fig. 33. und in Fig. 23. Tab. XV. von Epipactis. — Später verwächst das Ende der Nabelschnur, welches neben dem Eychen verläuft, mit dessen äufserer Hülle und es tritt nun eine Raphe auf, welche von der Basis bis zur Spitze des Eychen's verläuft, und wenn hier die Lostrennung des Saamen's von der Nabelschnur erfolgt, so liegt der Nabel dicht neben der Spitze des Eychen's. Das Characteristische, wodurch sich die gegenläufigen Eychen von den krummläufigen ganz sicher unterscheiden lassen, ist, dafs bei den gegenläufigen Eychen die Krümmung durch das Ende der Nabelschnur bewirkt wird, und dafs das Eychen selbst ganz geradeaus nur gegen die Nabelschnur umgelegt ist, während bei den krummläufigen Eychen die Krümmung an dem Eychen selbst zu finden ist, mag dasselbe später ganz frei bleiben oder auch zum Theil mit der Nabelschnur verwachsen. Man wird den Bau der gegenläufigen Eychen am leichtesten auffassen, wenn man die abnormen Fälle betrachtet, die ich von den Eychen

der Eschscholtzia in den Figuren **14** und **19**. Tab. XIV. dargestellt habe. Um die Zeit der Befruchtung zeigt das Eychen der Eschscholtzia californica das Ansehen von Fig. 20. eben daselbst, a ist die Basis, b die Spitze des umgebogenen Eychen's, welches seine Lage durch die Krümmung der Nabelschnur in c erhielt. Die Nabelschnur c d ist an dem dickeren Theile des Eychen's, von c bis a mit dessen äufserer Hülle verwachsen und bildet die Raphe; in Fig. **14**. dagegen, wo ein solches Eychen in einem früheren Zustande dargestellt ist, da sieht man die Krümmung der Basis der Nabelschnur in c, dieselbe ist aber nirgends mit dem Eychen verwachsen. In Fig. **19**. findet man die Darstellung eines solchen Eychen's der Eschscholtzia, an welchem die Krümmung unterblieben ist, und dadurch zeigt dieses Eychen alle die Verhältnisse eines geradläufigen Eychen's. Dergleichen abnorme Bildungen kommen sowohl bei den gegenläufigen, als bei den krummläufigen Eychen gar nicht selten vor; an Nicotiana habe ich sie schon vor langer Zeit gesehen, bei Eschscholtzia und bei der Gattung Mesembryanthemum sind sie besonders häufig zu finden, und Herr Schleiden hat sie ebenfalls bei verschiedenen Pflanzen bemerkt, fand sie aber unbefruchtet, während ich sie bei Eschscholtzia befruchtet und fast vollständig reif gesehen habe. Sowohl bei diesen gegenläufigen Eychen, als auch bei den krummläufigen kann man die verschiedenen Grade der Ausbildung noch durch den Vorsatz: hemi genauer bezeichnen.

Man könnte noch eine vierte Abtheilung von Saamen aufstellen, nämlich die doppelt gegenläufigen (Ovula ditropa), wo sich das Eychen im Allgemeinen ganz wie bei den gegenläufigen verhält, wo aber eine nochmalige Krümmung der Nabelschnur erfolgt, so dafs dadurch das Eychen nochmals umgekehrt wird und mit seiner Spitze wieder nach Oben, mit der Basis dagegen nach Unten zu stehen kommt, wie es in der Abbildung des Eychens von Mesembryanthemum glomeratum in Fig. 15. Tab. XIV. dargestellt ist. a b ist hier die freie Nabelschnur, woran das Eychen

hängt, von a bis d ist die Nabelschnur mit dem Eychen verwachsen und bildet die Raphe; die erste Krümmung geschah hier bei d an dem Ende der Nabelschnur, wodurch das Eychen umgedreht wurde, die zweite Krümmung erfolgte in c, und dadurch ward das umgedrehte Eychen wieder in die ursprüngliche Lage gebracht. Bei der Gattung Statice ist diese Bildung des Eychen's noch niedlicher und stets sehr bestimmt, so dafs sie es verdient mit einem besonderen Namen bezeichnet zu werden; auch bei Cereus zeigt sich diese Form des Eychens, wozu noch bei einigen Arten (ob allgemein?) die Nabelschnur, welche sehr lang ist, verästelt auftritt und am Ende eines jeden Astes ein besonderes Eychen trägt.

Es geht schon aus den, gar nicht selten vorkommenden Abnormitäten hervor, dafs die Krümmungen des Pflanzeneychen's ohne physiologische Bedeutung für die Bildung des Embryo's oder des Saamen's überhaupt ist, denn wir sehen, dafs gekrümmte und gegenläufige Eychen gleichfalls vollkommen befruchtet werden und reife Saamen hervorbringen, wenn auch die Krümmung nicht erfolgt ist. Die Krümmung des Eychen's kann bei solchen erfolgen, welche mit einem blofsen Kern und ohne alle Eyhüllen versehen sind, wie auch bei solchen, welche mit einer und auch mit mehreren Hüllen umkleidet sind. Herr Schleiden hat schon die Bemerkung gemacht, dafs ein nacktes, aus dem blofsen Kern bestehendes Eychen ohne Krümmung, gegenwärtig noch nicht bekannt geworden ist; bei Taxus wäre jedoch ein solcher Fall, wenn die von mir gegebene Deutung (pag. 103) die richtige wäre.

Gekrümmte nackte Eychen findet man, wie Herr Schleiden, zuerst ganz allgemein ausgesprochen hat, bei den Santalaceen, Rubiaceen, Dipsaceen, Cuscuteen und Asclepiadeen, dieselben sind aber nicht immer gegenläufig, wie Herr Schleiden angiebt, sondern auch gekrümmt oder krummläufig, ersteres findet bei den Rubiaceen, letzteres bei den Asclepiadeen statt.

Die Eychen mit einer einfachen Hülle treten gerad-

läufig auf, wie bei Juglans, Ceratophyllum, oder sie sind gekrümmt und zwar krummläufig, wie z. B. bei den Solaneen oder gegenläufig, wie bei den Synantheren u. s. w. Unter gleichen Verhältnissen treten auch die Eychen mit doppelten Integumenten auf; sie sind geradläufig, wie bei den Polygoneen, Euphorbiaceen, Cystineen, Urticeen, krummläufig, wie bei den Caryophylleen, Cruciferen, Chenopodeen, oder endlich auch gegenläufig, wie bei dem gröfsten Theile der Monocotyledonen.

Für die systematische Botanik ist es gegenwärtig die nächste Aufgabe die Saamen aller Familien und Gattungen in Hinsicht der Zahl ihrer Eyhüllen zu untersuchen, woraus sich vielleicht sehr interessante Resultate ergeben möchten; so macht schon Herr Schleiden darauf aufmerksam, dafs keine einzige monokotyledonische Familie weniger, als zwei Integumente zeigt, und dafs unter den Dikotyledonen die meisten monopetalen Familien nur eine Hülle, die meisten polypetalen dagegen zwei Hüllen aufzuweisen haben. So allgemein aber auch diese Regeln zu sein scheinen, so giebt es doch wiederum einzelne und höchst auffallende Ausnahmen von derselben. So zeigen die Leguminosen im Allgemeinen zwei Eyhüllen, dagegen hat die Gattung Lupinus, wie es die Herren Schleiden und Vogel zuerst beobachteten, wiederum nur eine einzelne Hülle aufzuweisen. In den meisten Hüllen ist jedoch die Zahl der Eyhüllen, nur an ganz jungen Eychen, und lange vor der Befruchtung zu bestimmen.

Nach dieser Auseinandersetzung über die Structur, Bildung und Lage des Pflanzeneychen's im unbefruchteten Zustande, bleibt uns noch die nähere Betrachtung über die Form der Spitze des Eychen's übrig, welche durch die Form und besonderen Verhältnisse der Eyhüllen zuweilen die auffallendsten Bildungen zeigt, die in so fern sehr wichtig sind, als gerade diese Stelle des Eychen's zur Aufnahme der befruchtenden Substanz bestimmt ist. Es wurde gleich im Anfange dieses Capitels gezeigt, dafs die Eyhüllen von der Basis des Kern's beginnen und allmälich über

denselben hinüberwachsen, so dafs er entweder ganz und gar von denselben eingeschlossen wird, oder mit seiner Spitze darüber hinausragt; der letztere Fall ist im Allgemeinen sehr selten. In den meisten Fällen wächst die einfache Eyhülle weit über den Kern hinaus, und dann schliefst sich der Rand dieser Hülle so sehr, dafs nur eine äufserst kleine Oeffnung zurückbleibt.

Bei den Pflanzen-Eychen mit doppelten Hüllen wächst gewöhnlich die innere Hülle etwas über die Spitze des Kern's hinaus, und die äufsere Hülle wächst noch mehr oder weniger weit über den Rand der inneren Hülle hinweg, wie es in den Abbildungen des Eychen's der Orchis (Fig. 34. Tab. XIII.), der Capsella (Fig. 8. Tab. XIII.) u. s. w. zu sehen ist; für diese Fälle sind dann auch die Bezeichnungen Exostomium und Endostomium, für die zurückbleibenden Oeffnungen der äufseren oder der inneren Eyhülle ganz passend. Zuweilen ist das Exostomium sehr grofs, wie bei Phaseolus, Pisum u. s. w. Hier ragt dann der Rand der inneren Eyhülle (ab Fig. 12. Tab. XV.) bis an das Exostomium, welches noch im reifen Saamen als ein besonderes Loch ganz deutlich zu erkennen ist, und schon durch Grew 1672 entdeckt wurde. Bei den Saamen dieser Gattungen findet noch das Eigenthümliche statt, dafs die innere Eyhülle um die Zeit der Befruchtung in eine besondere konische Spitze ausläuft, worin die Spitze des gekrümmten Embryosackes gelagert ist, wovon erst später die Rede sein kann; die Abbildung in Fig. 9. Tab. XV. von dem Eychen des Phaseolus vulgaris giebt hiervon nähere Nachweisung. Der Kreis bei k deutet die zurückgebliebene Oeffnung der äufseren Eyhülle aa an; die innere Eyhülle bb verläuft bis ii in gewöhnlicher Art, dann aber verlängert sie sich in den kegelförmigen Fortsatz, welcher von ii nach k verläuft. In Fig. 12. ist dieser Fortsatz der inneren Eyhülle nach einer starken Vergröfserung dargestellt; fg deutet denjenigen Theil der Wände an, auf welchem der Kegel deab befestigt ist, bis zu dessen Oeffnung c die Spitze des Embryosackes hineinragt. In anderen Fällen

ist das Exostomium mit einem breiten, trichterförmigen Rande umgeben, was die Gattung Euphorbia so höchst auffallend zeigt, aufserordentlich niedlich sind die langen und zarten Zellen gestellt, welche die innere Fläche dieser Wulst bilden, die später gewöhnlich abfällt.

Bei vielen Gattungen und, wie es scheint, selbst bei ganzen Familien, ragt die innere Eyhülle mehr oder weniger weit über die äufsere hinaus; hier bildet dann das Endostomium die eigentliche Spitze des Eychen's, welche zur Aufnahme der befeuchtenden Substanz bestimmt ist. In Fig. 16. Tab. XV. habe ich die Spitze der beiden Eyhüllen von Saponaria officinalis abgebildet; a b ist das Exostomium und c c das Endostomium, welches hier nicht selten etwas trichterförmig ausgebreitet ist. Bei den Cacteen, wo ebenfalls das Endostomium über das Exostomium hinausragt, da ist das Ende der inneren Hülle zuerst flaschenförmig zusammengeschnürt, und wird gerade an dieser Stelle von dem Exostomium umfafst, später aber schwillt dasselbe wieder kegelförmig an und zeigt bei verschiedenen Arten und Gattungen eine mehr oder weniger starke Oeffnung. Auch in den Eychen von Chenopodium viride (Fig. 21. Tab. XIV.) und Mesembryanthemum glomeratum (Fig. 15. Tab. XV.) ragt das Endostomium weit über das Exostomium hinaus.

Bei der Gattung Urtica verhält es sich ebenfalls in mancher Hinsicht sehr eigenthümlich. Die Abbildung in Fig. 6. Tab. XIV. zeigt den vollständig entblöfsten Kern, dessen Spitze in h und dessen Basis in d liegt. In Fig. 5. eben derselben Tafel ist dagegen der obere Theil des ganzen Eychen's eines anderen Falles von eben derselben Urtica urens dargestellt; h f f zeigt den Kern, dessen Spitze in h ist. Die Membran d e umschliefst den Kern und bildet die innere Eyhülle, welche ganz über die Spitze des Kernes h hinausgewachsen ist; der ungleich ausgezackte Rand in a b c ist dagegen der Rand der äufseren Eyhülle, welche hier stets sehr weit von der Spitze der Kernes zurückbleibt. Ich habe den Rand dieser Eyhülle in Fig. 7.

nochmals und getrennt von dem Eychen dargestellt. Diese Hülle besteht aber aus zwei Zellenlagen, wovon sich die innere nicht bis an den Rand der äufseren erstreckt, sondern schon früher aufhört; sie besteht aus horizontal gelagerten Zellchen, welche mit kleinen grüngefärbten Zellensaftkügelchen versehen sind und so locker mit einander verwachsen auftreten, dafs sie ein ganz durchbrochenes Gewebe bilden. Hierdurch und besonders durch die horizontale Lagerung der Zellen wird es erklärlich, dafs diese Eyhüllen, wenn man sie abpräparirt, stets ringförmig abgetrennt werden.

Bei Alsine media habe ich endlich noch den merkwürdigen Fall beobachtet, dafs in den ersten Frühlingsmonaten selbst die Spitze des Kernes über die Oeffnungen der beiden Eyhüllen weit hinausragt, und zu einem sehr grofsen trichterförmigen Körper auswächst, welcher später, nach erfolgter Befruchtung bis zu dem Endostomium vollständig abfällt.

Aufser diesen gewöhnlichen Hüllen, tritt in einigen seltenen Fällen, noch eine besondere äufsere Hülle auf, welche sich aus der umschliefsenden Zellensubstanz des Nabelstranges entwickelt und mehr oder weniger vollständig den ganzen Saamen überzieht. Diese besondere Hülle entwickelt sich, wie man es allgemein anzunehmen scheint, erst nach erfolgterBefruchtung des Eychen's, defshalb hält man sie für verschieden von den übrigen Eyhüllen, und bezeichnet sie mit dem Namen: Saamenumschlag, Saamendecke, Saamenmantel (Arillus); ist diese Hülle sehr klein und deckt sie nur einen kleinen Theil des Saamens, so bezeichnet man sie als Nabelanhang (Strophiolum Gaertn.). Sowohl der Nabelanhang als der Saamenmantel tritt unter sehr mannigfaltigen Formen auf, welche für die beschreibende Botanik von Wichtigkeit sind, und deren Auseinandersetzung in Herrn G. W. Bischoff's Handbuch der Terminologie und Systemkunde (pag. 502 — 505) sehr vollständig zu finden ist. Sehr richtig sagt Herr Bischoff, dafs wenn man den schüsselförmigen Ausbreitun-

gen des Saamenendes des Nabelstranges von Pisum sativum, Vicia sativa etc. mit den verschiedenen Fällen des Saamenmantels vergleicht, so stellen sie sich als erste Andeutung des Saamenmantels dar, und an diese schliefsen sich die Fälle von unvollständigen Saamenmänteln, wie bei Polygala und Abroma. Ja es scheint nicht einmal sehr rationell, wenn man den Arillus als etwas ganz fremdartiges von den Eyhüllen trennt, denn wir haben schon im Vorhergehenden bei Epipactis den Fall kennen gelernt, wo die äufsere Eyhülle erst nach erfolgter Befruchtung über die innere Eyhülle hinauswächst, während bei Orchis und vielleicht bei allen übrigen Orchideen diese äufsere Eyhülle schon vor der Befruchtung vollständig ausgewachsen ist; man hätte also ein gewisses Recht die äufsere Saamenhülle von Epipactis für einen Arillus zu erklären, wenn man die vorhin aufgestellte Definition desselben streng festhalten wollte. In anderen Fällen findet sich dagegen schon an dem Nabelstrange des unbefruchteten Eychen's die erste Anlage zu einem solchen Anhange.

Zweites Capitel.

Von den plastischen Vorgängen, welche bei der Befruchtung der Pflanzen zu beobachten sind.

Nachdem wir im Vorhergehenden die männlichen und weiblichen Geschlechts-Organe der Pflanzen in Hinsicht ihrer Structur und ihrer Bildung kennen gelernt haben, kommen wir zur Betrachtung derjenigen Vorgänge, welche bei der Vereinigung dieser verschiedenartigen Geschlechts-Organe zur Bildung des Embryo's beobachtet werden; ein Prozefs, welchen man die Befruchtung nennt und ihn in Analogie stellt mit der Befruchtung der Thiere. Wir ha-

ben schon früher, als wir die geschlechtlichen Differenzen in den Blüthen der Pflanzen im Allgemeinen betrachteten, die Verschiedenheit der Meinungen kennen gelernt, welche man über diesen so wichtigen Gegenstand aufgestellt hat. Alle ausgezeichneten Botaniker, welche sich mit anatomischen und physiologischen Untersuchungen der Pflanzen beschäftigt haben, sind seit der Mitte des 17ten Jahrhunderts bemüht gewesen die Wege nachzuweisen, auf welchen die geschlechtliche Vereinigung bei den Pflanzen, und somit die Befruchtung erfolgt; auch hier ist die Zahl der verschiedenen Ansichten, welche man darüber aufstellte, nicht klein, aber erst die letzteren 10 Jahre haben dieses Räthsel gelöst.

Es war Samuel Morland *), welcher die erste schätzenswerthe Ansicht über die Vorgänge bei der Befruchtung der Pflanzen aussprach; er glaubte, dafs die Pollenkörner durch die Höhle des Stylus in das Ovarium hinabsteigen, und daselbst durch das von Grew in den Saamen entdeckte runde Loch in die Eychen hineindringen. Diese Meinung über die Befruchtung der Pflanzen wurde alsbald von vielen Seiten bekämpft, indem man einmal zeigte, dafs die Pollenkörner meistens zu grofs wären, um durch jene Höhle des Stylus, den sogenannten Stylus-Kanal hindurchzugehen, dafs man auch die Pollenkörner niemals auf diesem Wege der Befruchtung vorfinde, und dafs endlich der Stylus-Kanal bei den meisten Pflanzen fehle. Die beiden ersteren Einwürfe waren allerdings ziemlich richtig, obgleich wir gegenwärtig auch hier mehrere Ausnahmen kennen; die Ansicht über das Fehlen des Stylus-Kanals bei der gröfseren Menge von Pflanzen, war jedoch unrichtig. Andere Botaniker nahmen an, dafs nur der feinste Theil der Pollenkörner zu den Saamen gelange, doch gaben sie hierüber keine nähere Nachweisung; Vaillant **) sprach von einem Dunste oder einem flüchtigen Geiste, welcher die

*) New observations upon the parts and use of the flower in plants. — Philosophic. Transact. of the year 1703. pag. 1477.

**) Discours sur a Structure des fleurs. A Leide 1717.

Befruchtung ausführe, und diese Ansicht ist noch in neueren Zeiten oftmals wiederholt worden; nachdem aber Jussieu und Needham (Siehe pag. 179.) das Aufspringen der Pollenkörner und das Hervortreten ihres Inhaltes beobachtet hatten, nahm Letzterer, so wie A. L. de Jussieu, Linné u. s. w. die Meinung an, dafs die Pollenkörner auf der Narbe der Pflanzen zerspringen, und dafs die, aus ihnen hervortretende Fovilla durch den Stylus-Kanal oder durch eigenthümliche Röhren zu den Eychen herabsteige und die Befruchtung ausführe. Durch unseren berühmten Gleichen, dessen Schriften wir schon mehrmals angeführt haben, ward diese Ansicht sehr bestimmt ausgesprochen, und dabei eine Hypothese eigener Art aufgestellt. Es ist bekannt, dafs im Anfange des vorigen Jahrhundert's die Saamenthierchen im männlichen Saamen der Thiere eine sehr wichtige Rolle spielten; die berühmten Männer jener Zeit, welche sich fast ausschliefslich mit mikroskopischen Beobachtungen beschäftigten, glaubten in den Saamenthierchen der Thiere die ersten Keime der künftigen jungen Thiere zu sehen, und nachdem Needham die ersten Bewegungen an den Molekülen der Fovilla gesehen hatte, was durch Gleichen umständlicher beobachtet wurde, so glaubte Letzterer in diesen Molekülen des Pollen's die Saamenthierchen der Pflanzen und demnach auch die Saamenkeimchen derselben gefunden zu haben, welche durch eigenthümliche Röhren die Narbe und den Stylus durchziehen, zu den Eychen im Ovario gelangen und daselbst ausgebildet würden. Gleichen nennt jene spermatischen Moleküle des Pollen's nie anders als die Saamenkeimchen; sie würden nach dem Aufspringen auf der Narbe umhergestreuet, durch die Haar- und Keimröhrchen derselben angezogen und verschluckt. Ich brauche kaum hinzuzusetzen, dafs nach solchen Ansichten unsere, ganz allgemein angenommene Deutung der Geschlechter, sowohl bei den Thieren, als bei den Pflanzen unrichtig wäre; in Bezug auf die Pflanzen wären die Pollenkörner, als die eigentlichen Keimbehälter anzusehen, und die Keime aus denselben würden nur in

die Behälter des Ovarium's geführt, wo sie ihre fernere Ausbildung erlangen. Diese, auf blofse Hypothesen gegründeten Ansichten wurden indessen sehr bald durch geistreiche Naturforscher beseitigt, aber man kam der Wahrheit noch immer nicht auf die Spur. Eine besondere Ansicht, welche später sehr berühmte Botaniker theilten, ward durch Kölreuter *) über die Befruchtung der Pflanzen aufgestellt, wovon auch schon früher, als von den öligen Substanzen die Rede war, mit welchen die Pollenkörner umkleidet sind, gesprochen wurde. Kölreuter erklärte jenen Ueberzug der Pollenkörner für die männliche Saamenmaterie, welche aus dem Inhalte der Pollenkörner gebildet werde; auch Herr Link **) meinte später, dafs es wohl nur die harzige Substanz der Pollenkörner sei, welche hervordringe und befruchte, sie könne aber zu dem Saamen nicht anders als von Zelle zu Zelle durch das Parenchym in der Mitte des Griffels dringen und dieser Weg, da sich ihn die Säfte immer bahnen müssen, habe die Schwierigkeiten nicht, welche man vermuthen möchte.

Dieses sind, wie Herr Brongniart in seiner vortrefflichen Schrift über die Zeugung des Pflanzen-Embryo sagt, die beiden Haupttheorien, welche in früheren Zeiten über den Vorgang bei der Befruchtung der Pflanzen aufgestellt sind; nach der einen springen die Pollenkörner auf der Narbe, und die ausgetriebene Fovilla wird durch Kanäle zu den Eychen geführt, während nach der anderen die von den Pollenkörnern ausgeschwitzte oder abgesonderte harzig-ölartige Flüssigkeit von Zelle zu Zelle durchgeschwitzt und zu den Eychen geführt wird. Um jene Zeit (Dec. 1826.) als Herr Brongniart seine wichtigen Beobachtungen der Academie der Wissenschaften zu Paris vorlegte, kam aber noch eine dritte Ansicht über die Befruchtung der Pflanzen zur Berücksichtigung, welche von Herrn Giovanni Battista Amici in der, schon pag. 180. von uns angeführten

*) Vorläufige Nachrichten etc. siehe pag. 176. dieses Buches.

**) Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen etc. 1807. pag. 225.

Abhandlung, in Folge von neuen Beobachtungen aufgestellt worden war. Herr Amici beobachtete, dafs ein Pollenkorn, welches auf der Narbe der Portulaca oleracea lag, aufsprang und ein zartes und durchsichtiges Röhrchen ausschickte, welches sich einem Härchen der Narbe anlegte. Hierauf wurde die Rotationsströmung der Kügelchen in den Röhrchen beobachtet, welche nach Verlauf von 3 Stunden mit dem Verschwinden derselben aufhörte, ohne dafs Amici wahrnehmen konnte, ob die Kügelchen in das Pollenkorn zurückgegangen waren, oder ob sie vielleicht einen Eingang in die Zellen der Narbe gefunden hatten, oder vielleicht gar allmählig zerfliefsend, durch die Poren der Membran gedrungen, und sich mit der Flüssigkeit im Inneren des Haares vermischt hatten. Dieses zarte Röhrchen, welches Herr Amici aus dem Pollenkorne hervortreten sah, führt gegenwärtig den Namen des Pollenschlauches, über dessen Function, wie die vorhergehenden, fast wörtlichen Mittheilungen zeigen, durch Amici noch keine Deutung gegeben worden war. Schon lange vor diesen Beobachtungen hatte Gleichen *) die Pollenschläuche der Seidenpflanze (Asclepias syriaca) beobachtet und abgebildet, er glaubte zwar, dafs sie aus dem Stigma herauskämen, sagt aber: ob man nicht das Körnigte in den Röhrchen als die Vorbereitung zur Bildung des Befruchtungsstaubes ansehen könne. Später hat Aubert du Petit-Thouars **) die Spuren der Pollenschläuche in dem Ovario der Orchideen beobachtet, doch ihren wahren Bau und ihren unmittelbaren Zusammenhang mit den Pollenkörnern nicht bemerkt. Dagegen hat Herr Horkel ***) noch ganz kürzlich mehrere Fälle angeführt, nach welchen noch einige andere Botani-

*) Auserlesene mikroskopische Entdeckungen etc. Nürnberg 1781. 4to. pag. 83. Tab. XXXVII.

**) Histoire des Orchidées. Par. 1822.; die ersteren Bogen waren schon 1816 oder 1818 gedruckt.

***) Historische Einleitung in die Lehre von den Pollenschläuchen. — Auszug aus einer am 18. Aug. 1836 in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin gehaltenen Vorlesung.

ker, als z. B. Richard *) und Aug. St. Hilaire **) die Pollenschläuche bei verschiedenen anderen Pflanzen beobachtet haben, doch stimme ich Herrn Horkel keineswegs bei, wenn er die Ehre der Entdeckung des Pollenschlauches Herrn Amici zuertheilt. Erst Herr Brongniart (l. c. 1826.) ward sich der Bedeutung der Pollenschläuche bewufst, wenn gleich er den Verlauf derselben noch nicht vollständig verfolgt hatte; er sah die Pollenschläuche bis sehr tief in das Gewebe des Stigma's hineindringen, und beobachtete zuerst ihre Entstehung aus der inneren Membran der Pollenkörner, glaubte aber, dafs sie nur dazu da wären, um die spermatische Substanz in das Innere der Narbe und des Stylus zu führen, von wo aus sie durch das leitende Zellengewebe bis in das Ovarium geleitet werde, und selbst bis zur unmittelbaren Berührung mit dem Kernzäpfchen gelange. Unter Kernzäpfchen versteht Herr Brongniart ein kleines konisches Zäpfchen, in welches die Spitze des Kerns ausläuft, welche bei vielen Pflanzen durch die Oeffnung der Hüllen des Eychen's hervortritt, und dadurch die befruchtende Substanz unmittelbar aufzunehmen im Stande ist. In jener Spitze des Kernes, welche Herr Brongniart das Befruchtungszäpfchen nennt (mamelon d'impregnation), sah derselbe ***) eine einfache membranöse und durchsichtige Röhre, welche sich bis zum Keimsacke erstreckte, sich an denselben anlegte, und mit ihm selbst bis zum äufsersten Ende des Befruchtungszäpfchens locker zusammen zu hängen schien, ja in einigen Fällen ging diese membranöse Röhre selbst darüber hinaus (vielleicht im Augenblicke der Befruchtung, wie Herr B. meint), und war dann leicht zu beobachten. Diese Röhre im Inneren der Kernspitze beobachtete Herr Brongniart nur bei wenigen Pflanzen, und bei noch wenigeren die Verlängerung derselben über die Spitze des Kernes hinaus, indessen er

---

*) Mém. de l'Institut. 1811. pag. 19—22.
**) Mém. du Musée. Tom. II. 1815.
***) S. l. c. pag. 85.

erklärt sich über die Function derselben sehr bestimmt und, wie wir es später sehen werden, auch ganz vollkommen richtig, dafs nämlich diese Röhre zur Aufnahme der spermatischen Substanz bestimmt ist, welche er auch in derselben bei den Cucurbitaceen wirklich beobachtet hat. Nachdem auf diese Weise durch Herrn Brongniart das Herabsteigen des Inhaltes der Pollenkörner bis zum Embryosacke, ziemlich vollständig nachgewiesen worden war, indem er die Pollenschläuche bis in die Tiefe der Narbe eindringen sah, indem er die spermatische Substanz zwischen dem leitenden Zellengewebe beobachtete, und die spermatischen Kügelchen in der Röhre im Inneren der Kernspitze wiederfand und bis zur Membran des Embryosackes verfolgte, so fehlte nur noch sehr Weniges und der ganze plastische Prozefs bei der Befruchtung der Pflanzen wäre enträthselt gewesen. Herr Brongniart übersah, dafs die spermatischen Kügelchen im leitenden Zellengewebe ebenfalls mit dem Pollenschlauche eingeschlossen sind und wurde defshalb veranlafst anzunehmen, dafs jene Röhre, welche er unmittelbar auf dem Embryosacke befestigt beobachtete, nicht als eine Fortsetzung des Pollenschlauches anzusehen sei, sondern als eine, von dem Embryosacke auslaufende Röhre, welche den spermatischen Kügelchen entgegen gehe. Hätte Herr Brongniart diesen kleinen Fehler vermieden, woran offenbar nur die damaligen Mikroskope Schuld waren, welche den Pollenschlauch im leitenden Zellengewebe äufserst mangelhaft zeigten, so wäre durch ihn, schon in jener Zeit das Wichtigste in der Lehre von der Befruchtung der Pflanzen nachgewiesen, doch anstatt die Ursache zu ermitteln, durch welche Herr Brongniart zu dem einzelnen Irrthume in seinen Beobachtungen gekommen war, hat man meistentheils die ganze Darstellung desselben von dem Befruchtungsprozesse zur Seite geschoben.

Nach dem Erscheinen von Brongniart's wichtiger Arbeit war es nicht mehr schwer die Beobachtungen über den fraglichen Gegenstand fortzuführen und nun machte

auch Amici *) die Entdeckung, dafs die Pollenschläuche durch den Stylus bis in das Ovarium und bis zum Nucleus des Saamens hinabsteigen. Die Wichtigkeit der Pollenschläuche bei dem Befruchtungsgeschäfte ward im Jahre 1832 durch Herrn Treviranus **) bestritten; er hielt sie für Fortsätze der äufseren Pollenhaut, welche nur durch nasse Witterung während der Zeit des Blühens entstanden wären. Ich selbst habe die Pollenschläuche schon vor der Brongniart'schen Arbeit gekannt und sie öfters anderen Botanikern gezeigt, glaubte jedoch, dafs sie die spermatische Feuchtigkeit nur in die Tiefe der Narbe hineinführten und daselbst durch die Narbenfeuchtigkeit an der Spitze geöffnet würden. In meiner Schrift: Ueber den Inhalt der Pflanzenzellen (1828) machte ich bekannt, dafs die Pollenschläuche als eine allgemein auftretende Erscheinung zu betrachten wären, dafs sie zuweilen eine aufserordentliche Länge erreichen, z. B. 50 mal länger werden, als das Pollenkörnchen, wie bei einem Ornithogalum, und dafs ich dieselben bei der Tulpe auch verästelt beobachtet hätte. Die Bildung des Pollenschlauches geschehe aufserhalb des Pollenkornes, sei demnach nicht als eine blofse Ausdehnung der inneren Membran desselben zu betrachten, und überhaupt sei sie nur durch die Vereinigung der beiden Geschlechter bedingt. Diese letztere Beobachtung, welche ich noch immer als richtig ansehe, stellte ich schon damals den angeblichen Versuchen Henschel's bei Gelegenheit der Versammlung der Naturforcher zu Berlin entgegen.

Einige Jahre nach der Veröffentlichung der wichtigen Entdeckungen des Herrn Brongniart über den Befruchtungsprozefs, und nachdem schon sehr viel über das Auftreten der Pollenschläuche geschrieben war, erschien das Buch des Herrn C. H. Schultz ***) über die Fortpflanzung

*) Note sur le mode d'action du pollen sur le stigmate. — Annal. des scienc. nat. T. XXI. pag. 331.

**) Zeitschrift für Physiologie. IV. pag. 125—144.

***) Die Natur der lebendigen Pflanze. II. Tübingen 1828. pag. 257.

und Ernährung der Gewächse, worin sehr originelle Ansichten über den Befruchtungsprozefs der Pflanzen mitgetheilt werden, welche, da sie auf wirkliche Beobachtungen beruhen sollen, viel zu wenig bekannt geworden sind. Nach diesen Beobachtungen soll die blofse Nähe der männlichen Pflanze auf die weibliche Blume befruchtend einwirken, ohne dafs die Pollenkörner selbst mit der Narbe in Berührung kommen, und dafs man durch die blofse Ausdünstung des reifen, in einer Flasche befindlichen Pollens, ohne alle männlichen Pflanzen die Befruchtung bewirken könne. Die Beobachtungen wurden an den Hanfpflanzen, am türkischen Weizen und an Kürbissen gemacht, sie sind aber durchaus unrichtig, denn bei diesen genannten Pflanzen habe ich selbt und mehrere andere Beobachter die Befruchtung der Saamen durch hineinsteigende Pollenschläuche beobachtet.

Im Jahre 1831 verfolgte Herr R. Brown *) den Verlauf der Pollenschläuche bei den Asclepiadeen bis zum Anfange des Saamenboden's, er stellte jedoch über die Function der kleinen Körnchen, welche ursprünglich die Pollenkörner erfüllen, eine Ansicht auf, welche von besonderer Wichtigkeit ist. Herr Robert Brown glaubt nämlich, dafs die spermatischen Körnchen, als Quelle der Ernährung für die Bildung der Pollenschläuche anzusehen sind, doch dürfe man defshalb noch nicht annehmen, dafs die Pollenschläuche selbst bei der Befruchtung wirken, sondern es wäre vielmehr wahrscheinlich, dafs sie noch ein weit feineres Fluidum oder eine weit feinkörnigere Materie enthalten, als diejenige, welche ursprünglich die Pollenkörner erfülle. Diese Ansicht von dem Zwecke der spermatischen Kügelchen, wurde später von vielen Botanikern angenommen und zwar so unbedingt, dafs man in jenen Kügelchen überall nur Amylum zu sehen glaubte, welches zur Ernährung verbraucht werde, und wohl gar das fette Oel

*) Observ. on the organs and mode of fecundation in Orchideae and Asclepiadeae. pag. 30.

der Fovilla als den Träger des eigentlichen Sperma's betrachtete. Erst im Jahre 1833 verfolgte Herr Robert Brown *) den Verlauf der Pollenschläuche bis zur Spitze des Nucleus, ja im September eben desselben Jahres zeigte er, dafs der Schlauch selbst in die Tiefe dieser Kernspitze herabsteige. Indessen, meint jener vorsichtige Gelehrte, dieses Herabsteigen und Anhaften der Pollenschläuche dürfe defshalb noch keineswegs auf alle phanerogamischen Gewächse ausgedehnt und folgerecht auf dieselben übertragen werden; weil unter diesen manche Bildungen des weiblichen Organes gefunden werden, welche einen solchen Vorgang schwerlich zulassen.

In einer Abhandlung vom September 1834 übergab Herr Corda **) seine Beobachtungen über den Befruchtungsakt der Coniferen; er sah die Pollenschläuche durch die Höhle der Secundine zur Mündung der Nucula (Nucleus!) steigen, durch dieselbe (welche er als ein grofses Loch abbildet) eintreten, daselbst dünner werden und ihren Inhalt als trübe, flüssige Masse entleeren. Diese entleerte Füllung sah Herr Corda bald darauf gestaltet, indem sie den Embryosack bildete, und die Verbindung der Pollenschläuche mit dem Embryosack bestehe noch lange nach der Befruchtung. Alle diese Angaben sind durch grofsartige Abbildungen verdeutlicht worden und diese beweisen gerade, dafs Herr Corda sehr Vieles von demjenigen, was daselbst abgebildet ist, nicht gesehen hat.

Einen sehr schätzenswerthen Beitrag zur Lehre von der Befruchtung der Pflanzen erhielten wir durch Herrn Horkel's Abhandlung: Historische Einleitung in die Lehre von den Pollenschläuchen; dieser vielerfahrene Gelehrte schliefst jene Arbeit mit der Bemerkung: „dafs die Amici'sche Entdeckung, nachdem ich wenigstens in 50 Familien einzelne Beispiele von dem Herabsteigen der Pollenschläuche

*) Supplementary Observat. on the fecundat. of Orchideae and Asclepiadeae. London. Juli 1833. pag. 4.

**) Beiträge zur Lehre von der Befruchtung der Pflanzen. — Nova Acta Acad. C. L. C. nat. cur. Tom. XVII. P. II. pag. 599 etc.

vom Stigma bis in's Ovarium, und bei vielen auch den Uebergang in die Ovula sah, für allgemein gültig zu halten ist, u. s. w." Die neueste Arbeit, welche über die Befruchtung der Pflanzen erschienen, ist von Hrn. M. Schleiden*), und mit dieser werden wir uns noch specieller bekannt zu machen haben, indem in derselben zwar die einzelnen angegebenen Beobachtungen der Vorgänger bestätigt und einige neue Beobachtungen hinzugefügt, aber auf eine sehr abweichende Weise gedeutet werden. Auch Herr Schleiden glaubt, dafs der Verlauf der Pollenschläuche von dem Stigma bis zum Ovulum der allgemeine Vorgang bei der Befruchtung der Phanerogamen sei, dafs einer, selten mehrere dieser Schläuche die Intercellulargänge des Nucleus durchkriechen, und dafs der Schlauch, welcher den Embryosack erreicht, diesen vor sich herdrängt, ihn einstülpt und dann als ein cylindrischer Schlauch erscheint, welcher den Anfang des Embryo bildet, der auf diese Weise nichts anderes ist, als eine auf die Spitze der Achse gepfropfte Zelle des Blattparenchym's. Der Embryo wird also nach diesen Ansichten durch die Haut des Pollenschlauches und durch den eingestülpten Embryosack gebildet und bei Pflanzen, welche mehrere Embryonen haben, sind gerade eben so viele Pollenschläuche vorhanden, als sich Embryonen zeigen, und aus diesen Angaben geht, wie Herr Schleiden meint, die wichtige Folge hervor, dafs man die beiden Geschlechter der Pflanzen geradezu falsch benannt habe, indem jedes Pollenkorn der Keim eines neuen Individuum's ist, dagegen der Embryosack als das männliche Princip zu betrachten wäre, welches nur dynamisch die Organisation der materiellen Grundlage bestimmt. Sicherlich sind die, im Vorhergehenden mitgetheilten Ansichten des Herrn Schleiden jedem Botaniker höchst unerwartet vorgekommen, und könnte es erwiesen werden, dafs dieselben richtig sind, so haben wir bisher nicht nur die Geschlechter

---

*) Einige Blicke auf die Entwickelungsgeschichte des vegetabilischen Organismus bei den Phanerogamen. — Wiegmann's Archiv der Naturgeschichte. 1837. I. pag. 291—320.

der Pflanzen geradezu falsch benannt, sondern wir müssen alle Vorstellungen über das Vorkommen geschlechtlicher Differenzirungen bei den Pflanzen aufgeben; indessen ich gebe mich der Hoffnung hin, dafs es so weit nicht kommen wird, denn wir werden in dem Folgenden eine Reihe von Beobachtungen kennen lernen, welche, dem Scheine nach, allerdings nach Herrn Schleiden's Ansichten gedeutet werden könnten; aber ich werde zu zeigen suchen, dafs man diese Beobachtungen wenigstens auch mit eben demselben Rechte nach den früheren Ansichten auslegen kann, ja wir werden Erscheinungen kennen lernen, welche ganz allein nach den bestehenden Ansichten über das Geschlecht der Pflanzen gedeutet werden können.

Ehe wir zur eigenen Betrachtung des Befruchtungsprozesses übergehen, müssen wir noch der Angabe des Herrn Turpin gedenken, welchen man als den Entdecker des Weges zu betrachten pflegt, auf welchem die befruchtende Substanz in das Eychen dringt, wir werden jedoch sehen, dafs dieses mit Unrecht geschieht. Es ist schon früher pag. 273. gezeigt, dafs mehrere Botaniker die Vermuthung hegten, dafs die befruchtende Substanz durch das, von Grew endeckte Loch der Saamenhüllen in das Innere des Eychen's eindringe, und Herr Turpin *) gab im Jahre 1806 eine nähere Beschreibung des Organes, durch welches das Eychen befruchtet würde. Es sollte um die Zeit der Befruchtung ein eigener Gefäfsstrang in einem, vom Nabel verschiedenen Punkte in die äufsere Eyhülle eintreten, und nachdem er zerstört worden eine Narbe zurücklassen, welche mit dem Namen der Mikropyle belegt wurde. Herr A. de Saint-Hilaire bestätigte jene Angaben und bestimmte den Punkt der Mikropyle dadurch ganz genau, dafs derselbe mit der Spitze des Würzelchen des Embryo's stets zusammentreffe. Erst Herr Robert Brown **) bestritt den organischen Zusammenhang eines solchen be-

*) Annal. du Mus. VII. pag. 199.
**) Vermischte Schriften. Herausgegeben von N. v. E. IV. pag. 92.

fruchtenden Gefäfsstranges mit den Saamenhäuten, aber Herrn Turpin's Benennung: Mikropyle ward dennoch beibehalten und ist gegenwärtig sehr allgemein im Gebrauche; man bezeichnet gegenwärtig damit diejenige Stelle des Eychen's, welche die eindringende befruchtende Substanz zuerst empfängt. Aus den neuesten Schriften des Herrn Turpin *) sehen wir jedoch, dafs auch er die Function der Mikropyle nur errathen und nicht beobachtet hat, denn gegenwärtig hält Herr Turpin die Mikropyle für eine Oeffnung ohne alle physiologische Function. Er sagt die Mikropyle ist nichts weiter, als die Oeffnung, welche ein zusammengerolltes und mit den Rändern verwachsenes Blatt an seinen Enden zeigt, und so könne man eine Blatt-, Antheren-, Eyerstock-, Carpell- und Ey-Mikropyle unterscheiden u. s. w. Ja Herr Dutrochet **) hat neuerlichst die Mikropyle für eine pneumatische Röhre erklärt, welche dem Inneren des Eychen's die nöthige Luft zuführe.

Indessen alle diese neueren Angaben sind schon lange vollständig beseitigt, aber Turpin's Benennung Mikropyle ist zurückgeblieben, obgleich die ganze Annahme, worauf sie gegründet wurde als irrig nachgewiesen ist. Wir verstehen gegenwärtig unter Mikropyle dasjenige Ende des Eychen's, welches den Pollenschlauch oder die befruchtende Substanz zuerst empfängt, und hiezu können bei verschiedenen Pflanzen die verschiedensten Theile des Eychen's verwendet werden. Bald bildet das Exostomium, bald das Endostomium die Mikropyle, bald empfängt die Spitze des Kernes unmittelbar den Pollenschlauch, und in einigen Fällen wächst sogar der künftige Embryosack zu den Eyhüllen hinaus und geht somit dem Pollenschlauche entgegen. Es hält schwer für diese Stelle des Eychen's einen entsprechenden Namen aufzustellen; den Befruchtungspunkt darf man sie nicht nennen, denn dieser ist erst im Inneren des Kernes zu suchen. Herr Tittmann nannte

*) Esquisse d'organographie etc. 1837. pag. 42.

**) Mém. p. s. a. l'hist. anat. et phys. des végét. etc. II. pag. 115—162. 1837.

diejenige Stelle des Saamens, welche der Mikropyle entspricht, den Keimungspunkt (punctum germinationis), weil hier stets das Würzelchen hervortritt.

Die folgenden Mittheilungen werden, wie ich hoffe, eine befriedigende Anschauung von dem plastischen Prozesse geben, welcher bei der Befruchtung der Pflanzen zu beobachten ist. Bei sehr vielen Pflanzen kennt man den Zeitpunkt, in welchem die Befruchtung vor sich geht, sehr genau, indem eigenthümliche Bewegungen der Geschlechts-Organe und andere Form-Veränderungen der Blüthen auftreten, welche wir erst in der nächsten Abtheilung, wenn von den Erscheinungen der Irritabilität und der Sensibilität der Pflanzen die Rede sein wird, näher kennen lernen werden. Gröfstentheils geschieht die Befruchtung um die Zeit, wenn die Blüthen in ihrer gröfsten Pracht stehen und sie beginnt mit dem Aufspringen der Antheren, welches meistens mit einem Ausstreuen und Fortschleudern einiger Pollenkörner begleitet ist; bei einigen Pflanzen ist der Eintritt dieses Vorganges mit einer besonders starken Geruchsentwickelung, ja selbst mit Wärmeentwickelung begleitet, wie wir dieses bei den Aroideen in so ausgezeichnetem Grade kennen gelernt haben. Die Ursache dieser Erscheinungen fanden wir in dem starken Verbrennungsprozesse (S. den zweiten Theil pag. 190), durch welchen sich die Antheren vor allen übrigen Theilen der Blüthe auszeichnen, und dieses ist durch die schnelle Entwickelung bedingt, welche die Pollenmasse noch in den letzten Stadien ihrer Ausbildung zeigt, wobei man die Vergröfserung der Pollenkörner von Tag zu Tag verfolgen kann. Bei den meisten Blumen kann man das Aufspringen der Antheren und das Ausstreuen der Pollenmasse schon mit blofsem Auge bemerken, aber besser noch mit Hülfe einer Linse; die Beobachtung dieses Gegenstandes bei verschiedenen Pflanzen wird zeigen, dafs das Ausstreuen des Pollens bei einigen Pflanzen früher, bei anderen später eintritt, ja dafs bei manchen Pflanzen die Befruchtung schon erfolgt ist, wenn sich die Blumenkrone öffnet. Bei

manchen Pflanzen, deren Blumenkrone bei kaltem und regnigtem Wetter geschlossen bleibt, geht die Befruchtung innerhalb der geschlossenen Blume vor sich; ja es giebt gefüllte Blumen, wie z. B. eine Spielart der Rose, bei denen die Blumenblätter so zahlreich und gedrängt auftreten, dafs sie sich nicht ausbreiten können, daher bleibt das Innere der Blume eigentlich geschlossen und dennoch geht die Befruchtung vor sich. Im Allgemeinen kann man aber annehmen, dafs die Befruchtung erst bei geöffneter Blume erfolgt. Fast alle vollkommeneren Pflanzen, deren Saamen wirkliche Embryonen aufzuweisen haben, blühen in der Luft; so wissen wir von vielen phanerogamen Wassergewächsen, deren Blüthen aus der Tiefe emporsteigen, um oberhalb des Wassers die Befruchtung auszuführen, und nach erfolgter Befruchtung wieder unter Wasser sinken. Die Vallisneria spiralis L. wird schon seit einem ganzen Jahrhundert, als eine der merkwürdigsten Pflanzen in dieser Hinsicht aufgeführt; sie wächst auf dem Grunde stehender Gewässer des südlichen Europa's, so wie in Nordamerika, und ähnliche Arten dieser Gattung kommen auch auf den anderen Welttheilen vor. Die Vallisneria besizt Blüthen mit getrennten Geschlechtern; die weibliche Blüthe befindet sich in der Jugend auf einem spiralförmig gewundenen Blumenstiele, welcher sich um die Zeit, wenn die Blüthe weiter entwickelt ist, und sich zu entfalten beginnt, aufrollt und die Blume über die Oberfläche des Wassers emporhebt. Seitdem diese Pflanze in unseren botanischen Gärten so allgemein geworden ist, hat man alljährlich Gelegenheit diese Erscheinung zu beobachten. Anders verhält es sich dagegen mit den männlichen Blüthen dieser Pflanze, worüber, was in der That zu bedauern ist, noch heutigen Tages sehr verschiedene Beobachtungen angegeben werden. Die männlichen Blumen der Vallisneria haben nur sehr kurze Stiele, welche sich nicht ausdehnen können, so dafs die Blume in der Tiefe sitzen mufs; „um die Zeit der Blüthe, sagt Herr De Candolle *),

*) Phys. végét. II. pag. 530.

öffnet sich die Blumenscheide, es lösen sich die Blumenknöspchen an ihrem unteren Ende ab, und steigen an die Oberfläche des Wassers, indem sie blasenartig beschaffen sind. Hier auf der Oberfläche des Wassers öffnen sich die Blumen, schwimmen um die weiblichen umher und befruchten diese, welche, bald nach erfolgter Befruchtung, wieder unter das Wasser steigen, indem sich der aufgerollte Stiel wieder spiralförmig zusammenzieht, während die männliche Blume dagegen abstirbt.“ Obgleich die Vallisneria in unseren Gewächshäusern fast jährlich blühet, so ist doch noch niemals die Lostrennung der männlichen Blüthe beobachtet worden, sondern ich selbst habe mehrmals gesehen, dafs nur mehr oder weniger grofse Pollenmassen an die Oberfläche des Wassers emporsteigen, und hier bei zufälliger oder künstlicher Berührung der weiblichen Blüthen die Befruchtung ausführen. An der Vallisneria Nordamerika's, welche man für identisch mit Vallisneria spiralis L. hält, hat auch schon Thomas Nuttal *) vor vielen Jahren beobachtet, dafs sich die männliche Blüthe nicht ablöst, sondern dafs nur die Pollenkörner über die Oberfläche des Wassers kommen und daselbst aufplatzen. Dieser Mangel an Uebereinstimmung in den Angaben über die Befruchtung der Vallisneria spiralis wird endlich durch Pauli Barbieri beseitigt, der dieses interessante Gewächs vielfach beobachtet hat; auch er sah, dafs sich die Pollenkörner zu Tausenden ablösen, und auf dem Wasser umherschwimmen, wo sie silberweifse Flocken bilden. Ja Barbieri löste die ausgebildeten männlichen Blüthen von ihren Stielen ab und sah, dafs keine einzige davon auf dem Wasser umherschwamm.

Ganz in derselben Art soll sich auch die Gattung Udora verhalten. Die Aldrovanda vesiculosa wächst im Grunde der schlammigen Landseen des südlichen Europa's, und da man die Blüthen dieser Pflanze später auf der Oberfläche des Wassers umherschwimmend findet, so ver-

---

*) Chapmans Philadelphia Journal 1822. Aug. — Mitgetheilt in Froriep's Notizen von 1823. pag. 309.

muthet Herr De Candolle*), dafs sich die Blüthenstengel von dem Wurzelhalse ablösen, während Monti**) den Gegenstand viel wahrscheinlicher erklärt. Nach Monti's Beobachtungen blüht die Pflanze sehr selten, pflanzt sich aber meistens durch Knospen fort, welche zu Ende des Herbstes von den Spitzen der Stengel und der Zweige entstehen und sich im Winter, bei der Zerstörung der Pflanze, abtrennen und zu Boden sinken. Im Frühjahr entwickeln sich diese Knospen und steigen durch die Luftentwickelung, welche zwischen ihrem Blattanhängsel***) beobachtet ist, in die Höhe, wo sie alsdann über dem Wasser blühen und ihre Früchte zur Reife bringen, ohne dafs diese Blüthenäste mit Wurzeln versehen sind. Ich selbst habe zwar keine Gelegenheit gehabt die Aldrovanda zu beobachten, aber aus dem Mitgetheilten geht hervor, dafs sich jene Pflanze eigentlich ganz ebenso verhält, als unsere Utricularia, deren Knospen ebenfalls so lange in der Tiefe des Wassers liegen, bis sie durch die Luftentwickelung in ihren Blasen emporgehoben werden, sich schnell und oft zu aufserordentlich langen Zweigen entwickeln, welche wurzellos im Wasser umherschwimmen, Blüthen tragen und mit den Früchten wieder in die Tiefe hinabsinken.

Es sind aber auch viele Fälle bekannt, dafs sowohl Landpflanzen, als auch Wasserpflanzen, welche gewöhnlich auf der Oberfläche des Wassers blühen, unter dem Wasser zur Blüthe gekommen, und auch befruchtet worden sind; an Ranunculus aquatilis ist es von verschiedenen Botanikern bemerkt worden, wenn die Blüthen, kurz vor ihrem Auf-

*) Phys. végét. II. pag. 529.

**) Comm. de Bononiensi scientiar. et artium instituto etc. III. 1747. P. 2. pag. 408.

***) Der Bau dieser eigenthümlichen Anhängsel ist kürzlich durch Herrn L. Treviranus (Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. 1836. pag. 747—749.) auseinandergesetzt; sie sind an einem kurzen Stiele befestigt, der von dem Punkte ausläuft, wo die Theilung der Blätter beginnt, und besteht aus zwei halbrunden bauchig aufgetriebenen Lamellen, welche in der Mitte vereinigt sind, aber ohne merkliche Verwachsung.

brechen, durch zufälliges Steigen des Wassers untergetaucht wurden. Bei diesem Blühen unter Wasser kommt es jedoch nicht zur vollständigen Ausbreitung der Blumenkrone, sondern dieselbe bleibt zum Theil geschlossen, wie es andere Pflanzen bei kaltem und regnigtem Wetter zeigen. Zu den vollkommenen Pflanzen, welche unter dem Wasser blühend Saamen tragen, bringt man die Gattungen: Ceratophyllum, Najas, Zannichellia, Zostera und Ruppia; doch ist es bei den beiden letzteren Gattungen noch zweifelhaft, denn Martens sagt, dafs Contarini die Zostera marina im Meerbusen von Venedig über dem Wasser blühend sah, während Cosentino *), der die Pflanze anhaltend beobachtet hat, angiebt, dafs sie unter Wasser wachse, blühe, befruchtet werde, und Früchte trage. Von der Ruppia maritima möchte ich allerdings aus dem Baue des Pollens vermuthen, dafs sie über dem Wasser blühe, wofür auch wirkliche Beobachtungen von Tscherniaew sprechen sollen, doch vielleicht verhält es sich hier, wie mit Ceratophyllum und mit Zannichellia, welche man mitunter auf und über dem Wasser blühend gefunden hat.

Wir haben früher die Structur der Pollenkörner kennen gelernt und wissen hiernach zu beurtheilen, in wiefern die Feuchtigkeit oder die Trockenheit der Luft dem Befruchtungsgeschäfte hinderlich oder förderlich sein kann. Wir haben Pollenkörner kennen gelernt, deren Membranen einen ausgezeichneten Grad von Hygroskopicität zeigten; dergleichen werden bei hinzutretender Feuchtigkeit sehr bald aufplatzen und dadurch die Befruchtung nicht ausführen; andere dagegen können lange Zeit im Wasser liegen ohne zu platzen, daher bei diesen eine feuchte und selbst regnigte Witterung dem Befruchtungsgeschäfte nicht schaden wird. Die Pollenkörner der unter Wasser blühenden Pflanzen, als der Gattungen Ceratophyllum, Najas u. s. w. haben nur eine, aber eine sehr feste Haut, was auch von den Pollenkörnern der Gattung Zostera gilt,

*) Nuove osservaz. sulla Zostera oceanica. pag. 2. Catania 1828.

welche gleich schlauchartig geformt, ganz wie ausgebildete Pollenschläuche erscheinen. Bei der gröfsten Zahl von Pflanzen ist ein feuchtes und regnigtes Wetter während der Befruchtungszeit den ausgestreueten Pollen verderblich, indem die Pollenkörner durch zu starke Einsaugung der Feuchtigkeit die Häute zersprengen und keine Pollenschläuche bilden können. Bei anderen Pflanzen ist ein solches Wetter der Befruchtung weniger nachtheilig. Zu bezweifeln ist es aber, ob, wie wohl in einigen Schriften gelehrt wird, auch starke Sonnenwärme der Befruchtung der Gewächse schädlich ist, denn ich habe an den Küsten des südlichen China's die üppigste Vegetation und die fruchtbarsten Reisfelder bemerkt, obgleich daselbst monatelang die Temperatur der Luft in der Sonne 28 bis 30° R. betrug.

Wir sind gegenwärtig über die Theorie von Pollengas, welches nach Herrn C. H. Schultz Beobachtungen die Pflanzen befruchten soll hinaus, wir wissen, dafs der Pollen die Narbe unmittelbar berühren mufs, wenn eine Befruchtung vor sich gehen soll, woraus denn auch folgt, dafs die Befruchtung in denjenigen Fällen am leichtesten, schnellsten und sichersten vor sich gehen wird, wo die männlichen Geschlechts-Organe neben die Narbe gestellt sind, weniger sicher dagegen in solchen Fällen, wo männliche und weibliche Geschlechts-Organe in verschiedenen Blüthen auftreten und mehr oder weniger weit von einander entfernt sind. Unter solchen Verhältnissen wird in der Natur die Bestäubung der Narbe entweder durch den Wind verursacht, oder die ausgestreuten Pollenkörner über die ganze Umgegend verbreitet, in welchen Fällen wir stets eine überaus starke Pollen-Entwickelung beobachten, wie z. B. bei den Amentaceen und den Coniferen. Bei den Pflanzen der letzteren Familie ist die Menge der Pollenkörner überaus grofs und sie werden oft in grofsen Massen von dem Winde mehr oder weniger weit fortgeführt, fallen dann an anderen Orten zu Boden was schon mehrfach die Rede von einem sogenannten Schwefelregen veranlafst

hat. So erzählt Lyngbye *) eine ihm mitgetheilte Beobachtung, dafs ein solcher Schwefelregen zur Frühlingszeit die Stadt Kopenhagen und deren Umgebung überfiel; die Masse soll überaus grofs gewesen sein und es wird die Vermuthung aufgestellt, dafs sie aus den Wäldern Mecklenburgs und Pommerns herübergeführt sein müfste. Man ersieht aus dieser Angabe, bis zu welchen aufserordentlichen Entfernungen die Pollenkörner umhergetrieben werden können, und es wird um so weniger wunderbar erscheinen, wenn die Befruchtung zwischen Gewächsen mit getrennten Geschlechtern erfolgt, die nahe bei einanderstehen oder doch nur in kleinen Entfernungen.

Bei den Gewächsen mit hermaphroditischen Blüthen ist die Stellung der Geschlechtstheile zu einander oftmals von der Art, dafs die Befruchtung entweder nur durch zufällige äufsere Verhältnisse herbeigeführt werden kann, als durch den Wind oder durch Insekten, oder es gehen um die Zeit, wenn der Pollen ausgestreut wird, solche Veränderungen in der Lage und Stellung der Geschlechtstheile vor sich, dafs die Bestäubung der Narbe dadurch möglich gemacht wird, oder wenigstens doch erleichtert. Bei denjenigen Blumen, in welchen die Antheren mit der Narbe in einer Fläche stehen, oder sich wenigstens berühren, da wird der Pollen, wenn die Anthere aufspringt, oftmals unmittelbar auf die Narbe gestreuet; bei anderen Blumen steht die Narbe tiefer, und der herabfallende Pollen trifft dieselbe. Blumen, deren Narbe weit über den Kreis der Antheren hinausragt, hängen nicht selten nach unten, so dafs auch hier der herabfallende Pollen die Narbe berührt, was z. B. bei der Kaiserkrone so höchst ausgezeichnet ist, und wo sich, gleich nach der erfolgten Befruchtung, die ganze Blume umdreht und das Germen in entgegengesetzter Richtung zur Reife kommt. In anderen Fällen, wie z. B. bei den Syngenesisten und den Lobelien, wo die Antheren mit einander verwachsen sind und nach Innen

*) Tent. Hydrophytolog. danicae etc. Appendix pag. 212.

aufspringen, da steigt die Narbe meistens durch die, mit ausgestreueten Pollen bedeckte Röhre der verwachsenen Antheren hindurch und wird auf diese Weise sicher bestäubt. Bei einer sehr grofsen Zahl von hermaphroditischen Blüthen, wo die Antheren sehr entfernt von der Narbe gelegen sind, werden mannigfaltige Orts-Veränderungen der verschiedenen Geschlechtstheile wahrgenommen, durch welche dieselben zur gegenseitigen Berührung gelangen und die Befruchtung ausführen können. Im Allgemeinen kann man diese Bewegungen der Geschlechtstheile unter drei Rubriken bringen; bei vielen Pflanzen bewegen sich die Staubfäden zu der Narbe hin, bei anderen ziehen sich die Griffel zu den Staubfäden, und endlich kennen wir auch eine Menge von Blumen, bei denen sich Staubfäden und Griffel gegenseitig aufsuchen; der erstere Fall findet z. B. bei Parnassia palustris, Berberis vulgaris, den Kalmien u. s. w. statt; der zweite Fall ist bei den Gattungen Nigella, Passiflora und vielen Lilien zu beobachten, und der dritte Fall ist bei den Malvaceen sehr allgemein. Krümmungen des Griffels, wodurch die Narbe den Antheren genähert wird, finden aufserordentlich häufig statt.

Bei vielen Pflanzen wird die Bestäubung sehr häufig durch Insekten ausgeführt, besonders bei solchen, deren Blumen starke Nectar-Absonderung zeigen, durch welche die Insekten herbeigezogen werden; es war Chr. Konrad Sprengel *), welcher diesen Gegenstand zuerst und mit aufserordentlichem Fleifse untersuchte. In dem angeführten Werke suchte er zu zeigen, dafs bei einer sehr grofsen Menge von Pflanzen die Befruchtung einzig und allein nur durch Insekten ausgeführt werden könne; da er aber hierin viel zu weit ging, so fand jene fleifsige Arbeit nicht diejenige Aufnahme, welche sie mit allem Rechte verdient. Als solche Pflanzen, deren Blumen in der freien Natur nur durch Hülfe von Insekten befruchtet werden können,

---

*) Das entdeckte Geheimnifs der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin 1793. 4to.

werden z. B. die Gattungen Iris, Asclepias, Orchis, Aristolochia u. A. m. aufgeführt; lange Zeit hindurch überging man diese vortrefflichen Beobachtungen mit Stillschweigen oder erlaubte sich wohl gar darüber zu spötteln, bis dieselben endlich in neueren Zeiten so vielfach bestätigt wurden. Bei den im Freien vorkommenden Orchideen ist das Ansetzen von Saamen gar nicht selten zu beobachten, wenn man aber die Befruchtung künstlich bewerkstelligt, was durch Salisbury *) an Orchis Morio, latifolia, mascula und maculata zuerst ausgeführt ist, so schlägt der Saame selten fehl, ja selbst an den tropischen Orchideen unserer Gewächshäuser, hat man die künstliche Befruchtung schon seit vielen Jahren eingeführt, da diese Gewächse ohne dieselbe niemals Früchte ansetzen, was in freier Natur durch die Insekten veranlafst wird. Bei den Asclepiadeen ist die künstliche Befruchtung durch Insekten schon von mehreren Botanikern beobachtet worden.

Bei den Gewächsen, welche in der warmen Jahreszeit blühen, findet das Ansetzen des Saamen's ganz gewöhnlich statt, wenn aber dergleichen Pflanzen sehr früh im Frühjahre, oder spät im Herbste blühen, so kommt es seltener zum Ansetzen der Saamen; man kann dabei nicht selten beobachten, dafs der Pollen ausgestreuet und selbst auf der Narbe liegend gefunden wird, aber die Bildung der Pollenschläuche findet nur im geringen Grade statt, oder auch wohl gar nicht. Die Ursache der nicht zu Stande kommenden Befruchtung in der kälteren Jahreszeit, liegt in der kärglichen Vegetation der Pflanzen, und ist offenbar eben dieselbe, durch welche die tropischen Gewächse unserer Treibhäuser nur so selten Früchte ansetzen.

Die Dauer des Befruchtungsprozesses ist bei verschiedenen Gewächsen eben so verschieden, als die Dauer der Blüthezeit, und im Allgemeinen kann man beide Erscheinungen als abhängig von einander erklären. Die Dauer

*) On the germinat. of the Seeds of Orchideae. — Linn. Transact. Tom. VII. pag. 29.

der Bestäubung der Narbe und das Herabsteigen der befruchtenden Substanz bis in den Nucleus des Eychen's, sind dagegen zwei, von einander besonders zu betrachtende Momente dieses Prozesses. Die Bestäubung kann in einem Augenblicke erfolgen, wenn die Antheren zu gleicher Zeit aufspringen und ganz in der Nähe der Narbe stehen; sie geschieht dagegen allmälich, wenn die Staubfäden von der Narbe entfernt stehen und erst nach einer gewissen Reihenfolge in die Narbe treten. Auch hängt der Erfolg der Bestäubung gar sehr von der Beschaffenheit der Pollenkörner und der Narbe ab, denn Pollenkörner mit stachligter Oberfläche werden auf einer mit Härchen und einer klebrigen Absonderung bekleideten Narbe viel leichter haften, als wenn Letzteres nicht der Fall wäre. Die Dauer des Befruchtungsprozesses, von dem ersten Beginne der Schlauchbildung an bis zum Eintritte desselben in den Nucleus hängt im Allgemeinen ganz von der Länge des Griffels und der Entfernung zwischen der Narbe und dem Eychen ab, doch wird der Durchgang des Pollenschlauches durch eine weite Griffelröhre um Vieles schneller vor sich gehen können, als durch eine mit Zellengewebe ausgekleidete; wobei aber in allen diesen Fällen die Ueppigkeit der Vegetation noch besonders zu beachten ist. Bei so kleinen Blüthen, wie bei der Capsella Bursa pastoris, deren Narbe in geringer Entfernung von dem Eychen steht, da geht die Befruchtung äufserst schnell vor sich und zwar, wie ich in Folge sehr vieler Untersuchungen dieses Gegenstandes wahrgenommen zu haben glaube, schon in Zeit von 5 bis 6 Stunden nach dem ersten Aufspringen der Anthere; bei niederer Temperatur steigen die Pollenschläuche nicht so schnell hinab. Bei anderen Pflanzen dagegen, deren Griffel eine Länge von 6, 7, 8 und 10 Zoll und darüber zeigt, da vergehen mehrere Tage, bis der Pollenschlauch in dem Ovario anlangt; so sah ich an den Blumen der Datura arborea, mitten im Monat August, die Pollenschläuche erst am 4ten Tage nach der künstlich erfolgten Bestäubung im Ovario anlangen, und in den jungen

Kürbisfrüchten habe ich in den erstern 2 und selbst 3 Tagen nach der Bestäubung stets vergebens nach Pollenschläuchen in dem leitenden Zellengewebe gesucht.

Bei dem ersten Auftreten erscheint der Pollenschlauch als eine mehr oder weniger grofse Warze, welche durch blofse Ausdehnung in Folge des eingesaugten Wassers zu den Oeffnungen der äufseren und mittleren Pollenhaut hinaustritt, wovon sich auf Tab. XI. eine Menge von Beispielen dargestellt befinden, wie z. B. in Fig. 23. von Clarkia pulchella, in Fig. 19. von Oenothera biennis u. s. w. Sind diese Pollenkörner dem blofsen Wasser ausgesetzt, so kommt es niemals zu der Bildung eines langen Pollenschlauches, sondern die innere Haut wird unter diesen Verhältnissen nur mechanisch ausgedehnt, bis dafs sie entweder reifst oder sich nicht mehr verändert. Die Länge der im Wasser hervorgetriebenen Schläuche ist durchaus nicht genau zu bestimmen, sondern dieselbe hängt von verschiedenen Zufälligkeiten ab, und ist bei dem einen Pollenkörnchen etwas gröfser, als bei dem anderen; so sieht man in Fig. 11. Tab. XI. wo einem, im Wasser liegenden Pollenkorne selbst an den verschiedenen Ecken verschieden lange Pollenschlauch-artige Wärzchen hervortreten. Schon in den Jahren 1826—1828 habe ich mich der mineralischen Säuren zur Heraustreibung der Fovilla bedient*), und machte damals die Beobachtung, dafs die Pollenkörner nach Begiefsung mit Salpetersäure aufplatzen, und dafs die Fovilla zum Theil ganz, zum Theil nur in kleineren Massen in Form eines Wurmes zur Oeffnung hinausschlüpft; 4—5 Jahre später sind dergleichen Beobachtungen durch Herrn Fritzsche wiederholt und seitdem liest man in vielen Büchern, dafs Herr Fritzsche das Austreten der Pollenschläuche durch Säuren bewirkt habe, was er selbst jedoch nie behauptet hat. Bei der Anwendung der mineralischen Säuren tritt die innere Haut sehr schnell in Form eines kleinen Wärzchen hervor, welches aufplatzt und die Fovilla

*) S. Ueber den Inhalt der Pflanzen-Zellen. pag. 44.

hinausläfst, die durch die Einwirkung einer schwächeren Säure zu einer festeren Masse vereint, wurmförmig gestaltet ist; die stärkeren Säuren zerstören allmälich den gröfsten Theil der Fovilla.

Die Bildung des langen Pollenschlauches findet nun im Griffelkanale statt; derselbe tritt aus den verschiedenen Oeffnungen des Pollenkornes hervor, und steigt zwischen den Härchen, Wärzchen und den lockeren Zellen des Kanales in die Tiefe hinab, um zu dem Nucleus des Eychen's zu gelangen. Im Allgemeinen steigt aus jedem Pollenkorne nur ein einziger Pollenschlauch hinab; es ist indessen gar nicht selten deren mehrere aus den verschiedenen Oeffnungen eines und desselben Pollenkornes kommen zu sehen, wie es z. B. Fig. 23. Tab. XI. von der Clarkia pulchella zeigt. Wenn man die Narbe grofsblühender Gewächse, z. B. der Lilien einige Tage nach erfolgter Bestäubung untersucht, so findet man nicht selten eine sehr grofse Menge von mehr oder weniger langen Pollenschläuchen, welche sich nach allen Richtungen hin, zwischen den Papillen der Narbe hindurchwinden, offenbar um die Stelle aufzufinden, von welcher sie in den Griffelkanal hinabsteigen können, und unter einer Menge solcher Pollenschläuche wird man sicherlich mehrere finden, welche Verästelungen zeigen, wie ich es schon 1827 beobachtet habe. Wenn man diese langen Pollenschläuche mit der Gröfse der einzelnen Pollenkörner vergleicht, so wird man sich sehr bald davon überzeugen, dafs die Schläuche nicht durch blofse Ausdehnung der inneren Membran der Pollenkörner entstanden sind, sondern dafs sie aufserhalb derselben durch hinzugetretenen Bildungsstoff entstanden sind, aber ganz besonders deutlich wird dieses, wenn man die Festigkeit der Membran des Pollenschlauches im Anfange und am Ende des Griffelkanales vergleicht; es sind besonders einige Pflanzen, bei denen die Wände der Pollenschläuche, sobald sie im Ovario angekommen sind, eine aufserordentliche Dicke und Festigkeit annehmen, wie z. B. bei den Orchideen, den Gattungen Cistus, Helianthemum,

aber besonders bei Mesembryanthemum, und hieran wird man die Entstehung des Pollenschlauches durch einen eigenen Bildungs- und Ernährungs-Prozefs aufserhalb des Pollenkornes deutlich einsehen. Wir haben schon früher kennen gelernt, dafs Herr Robert Brown die Granula der Fovilla als Ernährungsstoff zur Bildung des Pollenschlauches ansieht, und vergleicht man die Masse derselben, welche aus dem Pollenkorne hervortreten mit derjenigen, welche bis zur Spitze des Pollenschlauches gelangt, so kann man allerdings mit einiger Gewifsheit für diese Ansicht sprechen, wozu noch kommt, dafs die Fovilla einiger Pflanzen so häufig Amylum-Kügelchen enthält und überhaupt gröfstentheils aus Schleim und Gummi zu bestehen scheint, welche mit Leichtigkeit zur Bildung der Pollenschläuche verwendet werden können. Wenn man dagegen bei der Gattung Cucurbita die langen Pollenschläuche im leitenden Zellengewebe verfolgt, und sie überall dicht mit Kügelchen von Gummi und Amylum u. s. w. gefüllt findet, so möchte man wiederum glauben, dafs die Bildung des Pollenschlauches durch die Substanz erfolgt ist, welche von dem umschliefsenden, lockeren und sehr schleimreichen Zellengewebe in den schon gebildeten Theil des Pollenschlauches eindringt und daselbst später ebenfalls zu Kügelchen erhärtet. In solchen Fällen jedoch, wie z. B. bei den Orchideen, wo die Zellen im Griffelkanale in einer reichen Schleimmasse eingehüllt sind, durch welche die Pollenschläuche hindurchgehen, da ist es ganz offenbar, dafs diese von der umgebenden Substanz durchdrungen und ernährt werden. So lange die Pollenschläuche im Griffelkanale verlaufen, haben sie eine ziemlich gerade Richtung und Krümmungen, so wie seitliche Auswüchse, finden in diesem Verlaufe nur selten statt; dagegen zeigen dieselben bei dem Durchgange durch die Höhle des Ovarium, wo sie sich oft zwischen den zahlreichen Saamen hindurchschlängeln, die mannigfaltigsten Drehungen und Windungen, wie es z. B. in Fig. 16. Tab. XII. dargestellt ist, wo die Pollenschläuche in grofser Anzahl (wovon hier noch nicht die

Hälfte abgebildet ist, um die Zeichnung nicht zu sehr zu verwirren) in die Mikropyle des Saamens von Cistus hirsutus hineintreten. Dicht daneben, in Fig. 15. sind zwei Pollenschläuche abgebildet, welche aus der Mikropyle des Saamens von Helianthemum canariense herausgezogen wurden, und eine Verwachsung zeigen. Den unregelmäſsigen geschlängelten Verlauf des Pollenschlauches von Orchis Morio, sieht man in Fig. 34. Tab. XIII., und Verästelungen sind auch an diesen Stellen der Pollenschläuche gar nicht selten.

Wir haben also den Verlauf der Pollenschläuche von ihrer Entwickelung auf der Narbe bis zum Eintritte in die zur Befruchtung des Eychen's bestimmte Oeffnung, die sogenannte Mikropyle verfolgt, und kommen jetzt zur Betrachtung des geheimen, meistens so tief verborgenen Processes, durch welchen die Befruchtung vor sich geht. Im vorigen Abschnitte haben wir den Bau des unbefruchteten Eychen's kennen gelernt und haben gesehen, daſs derjenige Punkt desselben, welcher an der zur Befruchtung bestimmten Stelle am weitesten hervorragt, den verschiedensten Theilen des Eychen's angehören kann, und auch sehr auffallend verschiedene Formen annimmt. Am häufigsten wird die Mikropyle durch den Rand der Oeffnung der äuſseren Hülle oder der Testa gebildet, und dann steigt der eindringende Pollenschlauch noch mehr oder weniger tief hinab, um zu der Spitze des Nucleus zu gelangen und durch diesen hindurch in die Höhle oder in den Embryosack desselben zu gelangen. In der Abbildung des Eychen's von Orchis Morio in Fig. 34. Tab. XIII. ist der Verlauf des Pollenschlauches g, von seinem Eintritte in das Exostomium bb zum Eintritt in das Endostomium und noch etwas tiefer hinab, ganz deutlich zu sehen, bis endlich an dem Punkte e der Pollenschlauch an Umfang und Regelmäſsigkeit verliert, und von nun an bis zum Punkte h, wo derselbe in die zarte, noch übriggebliebene Nucleushaut eindringt, als eine mehr zusammengefallene Röhre erscheint. Ich habe diesen Fall zuerst aufgeführt, obgleich er nicht

zu den einfachsten gehört, wie wir es sogleich kennen lernen werden, weil wir an diesem Saamen, ohne denselben zu verletzen, den Verlauf des Pollenschlauches durchscheinen sehen. In den Eychen der Gattung Orchis und wie es scheint aller Orchideen wird um die Zeit, wenn die Befruchtung eintritt, der Nucleus zu einem sehr zarthäutigen Sacke umgewandelt, indem die Zellen, welche die Nucleus-Membran bildeten, bis auf ihre äufseren Wände resorbirt werden. In Fig. 35. Tab. XIII. ist die junge Embryo d d in dem zarten Sacke liegend, welcher aus dem Nucleus entstanden ist, und die Stelle eines Embryosackes versieht; doch es dauert nicht mehr lange und auch dieser einfache Sack wird mit der Ausdehnung des Embryo resorbirt, worauf der Letztere unmittelbar zwischen den Zellen der inneren Hülle gelagert ist, wie dieses durch Fig. 36. Tab. XIII. dargestellt ist. Später wird mit der stärkeren Vergröfserung des Embryo's auch das Zellengewebe der inneren Hülle ziemlich vollständig resorbirt, so dafs in dem reifen Saamen nur noch Spuren derselben enthalten sind und es scheint, als ob hier die grofse grüne Kugel, welche der Embryo ist, unmittelbar in der weiten sackartigen Testa gelagert ist. Bei Epipactis (Fig. 23. Tab. XV.) ist das Eindringen des Pollenschlauches noch besser zu sehen.

Bei dem Eychen der Capsella Bursa pastoris, welches in Fig. 8. Tab. XIII. im Zustande gleich nach der Befruchtung dargestellt ist, verhält es sich mit dem Eindringen des Pollenschlauches ziemlich ähnlich, doch sind die Häute dieses Saamens in der Spitze so undurchsichtig, dafs ich den Verlauf des Schlauches ohne Zerstückelung jener nicht habe sehen können. Der Pollenschlauch f steigt in die Mikropyle dd, läuft durch das Endostomium gg und trifft die Spitze des Nucleus, welcher hier ebenfalls in einer einfachen zelligen Haut besteht, die durch m m und k k in ihrem ganzen Verlaufe bezeichnet ist. Die Spitze dieses Nucleus ist mit dem Endostomium so innig verwachsen, dafs es mir bei vielen, wiederholten Versuchen noch nicht

geglückt ist, dieselbe in diesem frühen Zustande von einander zu trennen, doch habe ich die Ansicht des Endostomium's dieses Eychen's von Vorne gesehen in Fig. 9 und 10. Tab. XIII. gegeben. In Fig. 9. bildet die Zellenreihe aaa das Exostomium und c das Endostomium der inneren Haut, dessen Randzellen bbb hervorscheinen, und in Fig. 10. ist die Spitze des Nucleus nach der Befruchtung dargestellt, wo sie ganz deutlich als eine, aus einer einfachen Zellenschicht bestehende Membran erscheint.

Sehr häufig ragt die Spitze des Nucleus bis zum Endostomium, wie es z. B. in Fig. 16. Tab. XIV. aus dem Saamen von Ricinus communis dargestellt ist, wo aa das Exostomium und bb das Endostomium andeutet, in welches die äufserste Spitze des Nucleus h hineinragt. Der Pollenschlauch hat hier einen verhältnifsmäfsig kurzen Verlauf durch den Kanal aabb bis zur Spitze h; diese ist aber ganz besonders lang und erst ungefähr in der Gegend von k, zeigt sich die Spitze des Embryosackes, in welcher der Embryo sichtbar wird. Hier an dem Saamen des Ricinus findet noch das Merkwürdige statt, dafs um die Zeit der Befruchtung das Exostomium unmittelbar über der Kernspitze liegt, sobald aber der Pollenschlauch hindurchgestiegen ist, findet hier eine Verschiebung in der Art statt, dafs sich die Spitze des Nucleus mit seiner unmittelbar anliegenden inneren Hülle zur Seite schiebt, wodurch die Mikropyle der äufseren Haut nach der entgegengesetzten Seite zu liegen kommt; und beobachtet man den Saamen in diesem Zustande, so sieht man nicht ein, wie hier die Befruchtung durch den Pollenschlauch möglich ward.

Bei den Eychen mit einfacher Hülle läuft gröfstentheils die Testa über die Spitze des Nucleus und bildet hier die Mikropyle, in deren Tiefe dann unmittelbar die Nucleus-Spitze zum Empfange des Pollenschlauches liegt, wie es z. B. so allgemein bei den Solaneen vorkommt. In anderen Fällen ragt die Spitze des Nucleus über die Testa weit hinaus, und nimmt die befruchtende Substanz unmit-

telbar auf. Wir kommen gegenwärtig zur Betrachtung derjenigen Veränderungen, welche der Nucleus in seinem Inneren, in Folge des Befruchtungsprozesses aufzuweisen hat.

Wir haben kennen gelernt, dafs der Nucleus des Saamen's bei den meisten Gewächsen als eine aus Zellengewebe gebildete, kegelförmige Masse auftritt, während derselbe bei einigen Gewächsen nur aus einer zelligen Haut gebildet wird, welche man dann mit Recht die Kernhaut nennt. In diesem letzteren Falle tritt der Pollenschlauch unmittelbar durch die Spitze des Kernes in dessen Höhle, in dem anderen Falle dagegen, wo der Kern mit Zellengewebe gefüllt ist, da bildet sich um die Zeit, wenn die Bestäubung vor sich geht, auch wohl schon etwas früher, eine mehr oder weniger grofse Höhle, welche in einiger Entfernung von der Spitze des Nucleus beginnt, und durch die Mittellinie desselben der Länge nach immer mehr und mehr herabsteigt. In Fig. 17. Tab. XIV. habe ich gesucht diese Bildung der Höhle durch eine Abbildung aus den Saamen von Ricinus communis zu verdeutlichen, a a b b ist daselbst ein Stück aus dem Nucleus, unfern der Spitze desselben entnommen; ursprünglich bestand dieses ganze Gebilde aus solchem dichten Zellengewebe wie bei c, c, doch mit der Entwickelung der Narbe trat die Bildung einer Höhle in der Achse d e auf, und dabei bemerkte man, dafs die Zellen des Kernes in der Nähe dieser Höhle auseinandertraten, sich verlängerten und später, wenn das Herabsteigen des Pollenschlauches vor sich ging, auch gröfstentheils wieder colliquescirt wurden, woraus dann aus der neu entstandenen gummiartigen Substanz die feine Membran entstand, welche diese Höhle des Nucleus später auskleidet, und für die Bildung des Embryo und des Eiweifskörpers bestimmt ist. Mit dem Gröfserwerden des Embryo's wird dann auch dieser feine Sack, welcher den Namen Embryosack führet, immer umfangreicher, und in eben demselben Verhältnisse verschwindet die zunächst liegende Zellenmasse des Nucleus, so dafs von diesem zu-

letzt nur noch eine, mehr oder weniger dünne Haut übrigbleibt, welche die Kernhaut bildet. In Fig. 6. ebenderselben Tafel habe ich den Nucleus mit der Chalaza d, und dem vollständig ausgebildeten Embryosacke von der Urtica urens dargestellt; derselbe ist ursprünglich eine einfache zarte Zelle, welche von Oben nach Unten herabsteigt, aber weder am oberen, noch am unteren Ende befestigt ist, sondern überall nur lose an der inneren Fläche der noch übrig gebliebenen Kernhaut liegt. Die Form dieses Embryosackes ist bei der Nessel meistens cylinderisch, doch zuweilen, wie in anliegenden Abbildungen an den Seiten etwas eingezogen, was bei anderen Pflanzen immer mehr und mehr auftritt, so dafs der Embryosack zuweilen ganz leyerförmig erscheint, wie es die obere Hälfte desselben in Fig. 17. Tab. XIV. von Polygonum orientale zeigt, und noch auffallender auf der 15. Tafel, in der Abbildung desselben von Euphorbia italica zu sehen ist. Einige Zeit später, wenn der Embryo mit dem Eyweifskörper zur gröfseren Entwickelung kommt, änderen sich alle diese Formen des Embryosackes, indem dieser allmählig immer mehr und mehr ausgedehnt wird und im Allgemeinen die Form des Saamens erhält.

Dafs die Bildung des Embryosackes von der Spitze des Eychen's beginnt, und allmälich in die Tiefe des Nucleus hinabsteigt, ist in allen den angeführten Fällen durch anhaltende Beobachtung zu verfolgen, und wir haben auch einzelne Fälle, wo der Embryosack an seinem Mikropyl-Ende vollständig ausgebildet ist und den jungen Embryo umschliefst, während an dem entgegengesetzten Ende die fernere Ausbildung desselben noch erfolgt und ein eigenthümlicher Anhang dasselbe begleitet; bei Helianthus annuus z. B. zeigt dieser Anhang, bei stärkerer Vergröfserung betrachtet, 2 bis $2\frac{1}{2}$ darmförmige Krümmungen, was auch in Fig. 25. Tab. XV. dargestellt ist.

Wir kennen aber auch Fälle, wo die Bildung des Embryosackes den entgegengesetzten Verlauf zeigt, und sich überhaupt von dem, im Vorhergehenden als Norm

Aufgestellten sehr abweichend verhält. So finden wir bei der Gattung Phaseolus, dafs der Embryosack als eine grofse und wasserhelle Zelle zwischen den Zellen der Spitze des Nucleus hervorwächst und sich der Länge nach durch die Höhle des Eychen's vergröfsert, und nicht nur in die Mikropyle der beiden Eyhüllen hineinwächst, sondern oftmals noch weit darüber hinausragt und so dem Pollenschlauche entgegenkommt. Dieser, offenbar sehr seltene Fall, den wir auf Tab. XV. Fig. 9* und 10. dargestellt haben, zeigt also nicht nur die Entstehung des Embryosackes von Unten nach Oben, der Mikropyle zu, sondern auch, was besonders merkwürdig ist, die freie Lage des Embryosackes aufserhalb des Nucleus.

In den Saamen vieler Pflanzen, als der Cucurbitaceen und Pomaceen, da steigt ein zarter Faden von der Basis des Embryosackes zur Basis des Kernes herab; bei den Nymphaeen ist dieser Faden anfangs sehr zart und füllt sich später ebenfalls mit dem Eiweifskörper, aber es ist nicht zu verkennen, dafs diese Bildung bei Nymphaea nur dem Grade nach von derjenigen im Saamen der Gattung Euphorbia verschieden ist, wovon ich in Fig. 13. Tab. XV. aus Euphorbia italica eine Abbildung gegeben habe. Malpighi kannte diesen Anhang des Embryosackes schon bei der Pflaume und nannte ihn: Vas umbilicale; er erhält hier bei der Ausbildung des Eyweifskörpers schlangenförmige Windungen. Herr Dutrochet nannte diesen fadenförmigen Anhang des Embryosackes: Hypostates und bildete denselben von der Mandel ab *), Es möchte am schicklichsten sein dieses Gebilde des Embryosackes mit dem Namen des Anhanges zu bezeichnen, denn die Beobachtung lehrt, dafs er als solcher von der Basis des Embryosackes nach der Tiefe des Kernes, ja zuletzt bis zu dessen Basis hin sich verlängert und daselbst meistens auch befestigt wird. Das Herabsteigen des Embryosackes mit seinem Anhange ist besonders schön bei den Syngenesisten

*) Mém. du Mus. VIII. Pl. I. Fig. 15.

zu beobachten, wo der Anhang anfangs fast von gleicher Gröfse mit dem Embryosacke auftritt, und wie durch Abschnürung entstanden zu sein scheint; um diese Zeit ist der Embryosack noch so klein, dafs er den kugelförmigen Embryo noch vollkommen umschliefst, aber die Wand desselben, so wie die Wände des Anhanges, der meistens eine bis zwei Einschnürungen zeigt, verdicken sich durch Bildung von Zellen, welche zuletzt die Stelle des ursprünglich zarten Häutchens des Embryosackes einnehmen. Plötzlich geht die Vergröfserung des Embryosackes schnell vor sich und zeigt die, in Fig. 24. Tab. XV. dargestellten Verhältnisse aus Helianthus annuus, wenn der Embryo seine Cotyledonen entfaltet hat; in diesem Zustande ist der Anhang des Embryosackes nur sehr klein, obgleich er im Anfange fast gleich grofs mit letzterem war. Ich habe diesen Anhang in der beistehenden Fig. 25. nach einer starken Vergrösserung abgebildet, um dessen wahre Gestalt und Structur damit am deutlichsten darzustellen; aa ist die Basis des Embryosackes und bc der ganze aus einer zelligen Haut gebildete Anhang, der noch in d eine Einschnürung zeigt und im Inneren ebenfalls mit zarten und mit Schleim untermischten Zellen gefüllt ist. Auffallend erscheinen die anhängenden Parenchym-Zellen in ee, welche der Mitte des Kernes angehören, aber mit dem Herabsteigen des Embryosackes aus ihrer Lage genommen werden: dieser anhängende Zellenstrang ist zuweilen bedeutend lang. Je tiefer später der Embryo in den Embryosack hinabsteigt, um so weiter dehnt sich derselbe nach der Basis des Kernes aus und es verschwindet zuletzt der Anhang, der hier bei Helianthus niemals als gerader Strang die Basis des Kernes erreicht, wie es bei Prunus statt findet, wo die Herabsenkung desselben, von der Spitze des Kernes nach dessen Basis hin ebenfalls leicht zu verfolgen ist, daher man die ältere Ansicht gänzlich aufgeben mufs, nach welcher dieser Anhang von der Chalaza aus gebildet wird und mit einem Nabelgefäfse zu vergleichen wäre.

Der Embryosack hat noch mehrere andere Benennungen erhalten; Malpighi nannte ihn Amniossack, indem er denselben sehr richtig mit der gleichnamigen Membran des thierischen Embryo's verglich; Herr Dutrochet nannte dagegen den Embryosack: unmittelbares Perisperm (Perisperme immédiat.) oder auch Tegmen. Im Allgemeinen nennt man dasjenige Ende des Embryosackes, welches der Chalaza zu liegt, die Spitze des Embryosackes und das entgegengesetzte, welches der Spitze des Kernes anliegt die Basis. Diese Benennungen sind aber wohl nicht zu empfehlen indem offenbar Verwechselungen vorkommen müssen, da wir nachgewiesen haben, dafs sich der Embryosack in einigen seltenen Fällen entgegengesetzt bildet, wie z. B. bei Phaseolus; ich schlage daher vor, dafs man die Enden des Embryosackes stets mit dem Beinamen: Mikropyle-Ende oder Chalaza-Ende bezeichnet. Auch wäre es jedenfalls passender gewesen das Mikropyle-Ende mit dem Namen der Spitze zu belegen.

Der Embryosack ist bei seinem Auftreten stets eine vollkommen durchsichtige einfache Zelle, deren Membran keine weitere Zusammensetzung aus kleinen Zellen zeigt; sie ward nach Herrn v. Mirbel's Terminologie der Pflanzensaamen mit dem Namen der Quintine belegt und führt bei den Deutschen auch wohl den Namen des Keimsackes, man hat ihn als einen der wesentlichsten Theile des Pflanzen-Eychen's zur Bildung des Embryo's angegesehen, und auch mit allem Rechte; aber er ist keinesweges, wie dieses noch neuerlichst durch Herrn Schleiden*) behauptet wurde, bei allen Phanerogamen vorhanden, sondern die Stelle desselben wird zuweilen durch die Kernhaut versehen, welche nach vorhergegangener Resorbtion ihrer inneren Zellenwände ebenfalls als eine zarte Membran zurückbleibt, die zwar nicht mehr aus Zellen zusammengesetzt ist, aber noch ganz deutlich die Umgrenzungen der äufseren Zellenwände zeigt, woraus sie früher zu-

---

*) Einige Blicke auf die Entwickelungsgeschichte etc. pag. 311.

sammengesetzt war. Im Allgemeinen bleibt es sich also für die Bildung des Embryo's ganz gleich; derselbe tritt in allen diesen Fällen im Inneren eines überaus zarten Sackes auf, mag derselbe eine neue Bildung im oder aufser dem Nucleus sein, oder mag der Nucleus selbst zu diesem Embryosacke umgewandelt werden.

Es schien mir nöthig diese Bemerkungen über das Auftreten des Embryosackes vorauszuschicken, indem der wichtigste Punkt bei dem plastischen Vorgange des Befruchtungsprozesses, gerade die Vereinigung des Pollenschlauches mit dem Embryosacke oder dem die Stelle desselben vertretenden Theile des Eychen's ist. Einer der schwierigsten Gegenstände bei diesen Untersuchungen ist die Bestimmung der Zeitperiode für die Bildung des Embryosackes, indem sich dieselbe bei verschiedenen Pflanzen verschieden verhält. Bei vielen Gewächsen, wie z. B. bei Ricinus, den Liliaceen u. s. w. da kann man mit Bestimmtheit angeben, dafs die Bildung einer Höhle im Nucleus um die Zeit beginnt, wenn die Verstäubung der Antheren eintritt, dagegen die Bildung der Embryohöhle erst mit dem Eintritte des Pollenschlauches in den Nucleus zu bemerken ist, was auch aus den Abbildungen von den Saamen der Kaiserkrone auf Tab. XV. zu sehen ist. In den meisten Fällen ist der Embryosack um die Zeit, wenn der Pollenschlauch in den Nucleus eindringt vollkommen ausgebildet, wenigstens an seinem oberen oder Mikropyle-Ende, und seine Spitze ist es alsdann, welche mit dem eindringenden Pollenschlauche in Berührung kommt. Herr Brongniart hat die ersten Beobachtungen über die Vorgänge angestellt, welche in dem Mikropyle-Ende des Embryosackes in Folge der Befruchtung stattfinden; es gehe, meinte derselbe, ein kleines birnförmiges Bläschen hervor, welches durchsichtig ist und nur wenige kleine Körnchen enthält; sein Hals scheint offen zu sein und das ganze scheint durch eine Eindrückung der Membran des Embryosackes entstanden zu sein. In diesen Bläschen sah Herr Brongniart einige Zeit später die Bildung einer zelligen Masse, und unsere

gegenwärtigen Kenntnisse über diesen Gegenstand lehren ganz bestimmt, dafs jenes Bläschen, welches Herrn Brongniart durch Eindrückung des Embryosackes entstanden zu sein scheint, gerade die erste Bildung in Folge der Befruchtung ist. Auf der dreizehnten Tafel habe ich in Fig. 34. eine Abbildung des soeben befruchteten Eychen's von Orchis Morio gegeben, worin der Verlauf des Pollenschlauches g, bis e sehr deutlich zu sehen ist; von e bis h, der Spitze des zum Keimsacke umgewandelten Nucleus, ist der Pollenschlauch schon zusammengefallen und in der Spitze der Nucleus-Höhle sitzt jenes Bläschen des Herrn Brongniart, welches aber schon ein Produkt der eingetretenen Befruchtung ist; es ist durch die Vereinigung der Spitze des Pollenschlauches (welche eine kleine Menge der befruchtenden Substanz in die Höhle des Nucleus hineinführte) mit der bildungsfähigen Schleimmasse der Höhle hervorgegangen und wächst nun (nachdem der übrige Theil des Pollenschlauches davon abgeschnürt ist, indem derselbe, wie in dem vorliegenden und in Tausend anderen Fällen, gleich nach erfolgter Befruchtung obliterirt oder wenigstens zu einer gummiartigen Masse zusammenfällt) durch die, in der Nucleus-Höhle abgesonderte Schleimmasse ernährt, zu einem länglichen und fast cylindrischen Schlauche, der sich durch Bildung von Zellchen in seinem Inneren, allmälich zu einem confervenartigen Faden umgestaltet, wie er in Fig. 35. eben daselbst abgebildet ist. Die feine Haut a b, welche hier die embryonische Bildung umschliefst, ist das letzte Ueberbleibsel der Kernhaut; sie hat sich an ihrer Spitze vollkommen geschlossen und die Spitze des Fadens d hängt mit derselben nur ganz locker zusammen; eine solche Schliefsung des Embryosackes und dessen Stellvertreter, nachdem die befruchtende Substanz hineingedrungen ist, findet gewöhnlich sehr bald statt, so dafs dann in denjenigen Fällen, wo wirkliche Embryosäcke vorkommen, die Verbindung des Pollenschlauches mit dem ersten Produkte der Befruchtung sehr bald aufhört. In solchen Fällen dagegen, wo der Nucleus selbst die befruchtende Masse

zur Bildung des Embryo's aufnimmt, wie z. B. bei einigen, ja vielleicht bei allen Cruciferen-Gattungen, da bleibt jene Verbindung des Pollenschlauches mit dem Keimbläschen noch lange Zeit hindurch und dergleichen Fälle haben gerade die Veranlassung zu der Hypothese gegeben, als würde der Embryo durch den Pollenschlauch in die Höhle des Eychen's hineingelegt, daher denn in den Antheren und nicht in den Ovarien die Keime zu den jungen Pflanzen zu finden wären.

Ich habe jenes Bläschen, welches sich nach dem Eindringen des Pollenschlauches in der Höhle des Nucleus zeigt, wie z. B. bei Fig. 23. Tab. XV., oder nach der Vereinigung des Pollenschlauches mit dem Embryosacke entsteht, wie z. B. in f Fig. 46 und 47. Tab. XIII. u. s. w. das Keimbläschen genannt, um es von dem ersten Beginne des Embryo's genau zu unterscheiden. Die Entstehung des Keimbläschens geht durch die Befruchtung oder durch den materiellen und dynamischen Einfluſs des Pollenschlauches hervor, doch die weitere Ausbildung dieses Keimbläschens geschieht im Inneren des Eychen's und zwar, wie wir es soeben kennen gelernt haben, im Allgemeinen im Inneren des Embryosackes. In den Fig. 35 und 36. Tab. XIII. sind die Keimbläschen, einige Tage nach der erfolgten Bildung, aus dem Saamen von Orchis Morio dargestellt und man sieht, daſs das unterste Ende des zu einem gegliederten Faden umgewandelten Keimbläschen (d* Fig. 35. und f Fig. 36.) kugelförmig anschwillt; in dieser einfachen kugelförmigen Zelle bei d* sind schon zwei neue Zellen mit ihrem Kerne gebildet und diese Zelle ist es, welche sich später zum Embryo ausbildet. Das Keimbläschen selbst enthält demnach noch nicht den Embryo, sondern aus demselben, in Folge der eigenthümlichen Ernährung im Inneren des Keimsackes geht erst eine Bildung hervor, welche sich in den meisten Fällen zuerst als eine einfache kugelförmige Zelle darstellt, und aus welcher alsdann der Embryo gestaltet wird. Viel auffallender als bei der Gattung Orchis ist die Bildung im

Inneren des Embryosackes oder dessen Stellvertreters bei Capsella Bursa pastoris und bei der Alsine media zu beobachten, wozu sich auf Tab. XIII. eine grofse Reihe von Abbildungen befinden, an welchen wir diesen ganzen Vorgang kennen lernen können. In Fig. 8. ist ein Eychen der Capsella Bursa pastoris gleich nach erfolgter Befruchtung dargestellt; der Pollenschlauch f e ist durch die Mikropyle der Testa d d, und durch das Endostomium g g eingedrungen. In dem Mikropyle-Ende der Nucleus-Haut m m steckt ein cylindrischer Schlauch n n, welcher drei Mal so breit, als der Pollenschlauch ist und drei, der Reihe nach gestellte junge Zellen mit ihren Kernen enthält, dieser Schlauch ist das schon cylindrisch ausgedehnte Keimbläschen, welches ich bis jetzt bei jener Pflanze noch nicht jünger beobachtet habe, indem es hier ganz besonders schwer ist, die jüngsten Zustände dieser Bildungen herauszupräpariren. In Fig. 11. ist ein Keimbläschen aus einem solchen Eychen, und zwar aus eben demselben Alter herauspräparirt dargestellt; das obere Ende, welches noch mit dem Pollenschlauche in Verbindung steht, zeigt eine ellipsoidische Anschwellung aber keinen sichtbaren Inhalt, während die fadenförmige Fortsetzung drei neue Zellchen mit ihren Kernen zeigt, welche sich später nach erfolgter Umwandelung in der Art aneinanderlegen, dafs der ganze Schlauch als aus Zellen zusammengesetzt erscheint, wie es in Fig. 15. u. s. w. schon zu sehen ist. In Fig. 14. ist ein Keimbläschen aus eben demselben Alter, aber aus einem kräftiger entwickelten Saamen dargestellt. Die obere Anschwellung hat sich bei b von dem Faden b c abgeschnürt, was in den späteren Entwickelungszuständen, welche in Fig. 15 und 16. dargestellt sind, ganz entschieden auftritt. Diese obere Anschwellung des Keimbläschen's geht bei der Capsella sehr schnell vor sich, so dafs man, etwa 2 Tage nach erfolgter Befruchtung, in dem Mikropyle-Ende des Saamen's eine mehr oder weniger grofse Blase durchscheinen sieht, welche von der Spitze des Nucleus durch das Endostomium bis in kurzer Entfernung zum Exostomium

verläuft und in den Fig. 15 und 16. frei liegend dargestellt ist. Sehr leicht kann man diesen Sack für den Embryosack halten, doch wenn man die durchsichtigsten Eychen aufmerksam betrachtet, so wird man sehen, daſs von dem unteren Ende desselben ein gegliederter, mehr oder weniger langer Faden verläuft, dessen Ende nur in den Figuren 15 und 16. kugelförmig angeschwollen ist und bis in die Nähe des Bogens zu liegen kommt, welcher durch die Umbiegung des Nucleus dieses Saamens gebildet wird, und in Fig. 8. durch l angedeutet ist. Die fortgesetzte Beobachtung des Gegenstandes lehrt, daſs erst aus dieser kugelförmigen Anschwellung, welche anfangs eine ganz einfache Zelle, gleichsam die letzte des ganzen Fadens ist, der Embryo gebildet wird. Man hat diesen Faden, woran oft noch in späten Zeitperioden der Embryo befestigt ist, schon seit langer Zeit bemerkt, aber Herr v. Mirbel hat wohl zuerst etwas Bestimmtes über denselben ausgesprochen, indem er in seiner berühmten Abhandlung über den Bau und die Entwickelung des Pflanzen-Ey's *) sagt: „Ein zarter Faden, der Träger (le suspenseur), senkt sich von dem Scheitel des Eychen's in die Quintine (Embryosack) herab und trägt an seinem Ende ein Kügelchen, welches der werdende Embryo ist.“

Bei Alsine media erscheint die Umwandlung des Keimbläschens an dem Träger mit seinem Embryo noch viel interessanter; in Fig. 37. Tab. XIII. sieht man den zarten Embryosack, welcher sehr spitz zuläuft, am Ende geschlossen ist und das obere Ende des Trägers umschlieſst, welcher erst bei d zu einer Blase angeschwollen ist, die sich abermals in einem gegliederten Faden fortsetzt, an dessen Ende e der Embryo hervorgeht. In den daneben stehenden Abbildungen von Fig. 38 bis 43. sind die verschiedenen Entwickelungsstufen dargestellt, welche die Entstehung jenes Gebildes so wie den ganzen Vorgang bei der Befruchtung dieses Pflänzchens nachweisen. In Fig. 38.

*) Ann. des scienc. nat. Juillet. 1829. pag. 310.

ist die Vereinigung des Pollenschlauches a mit der Spitze des Embryosackes c zu sehen; durch die gegenseitige dynamische Einwirkung entsteht die kleine Anschwellung b, welche einen kleinen Kern zeigt und als eine junge Schleimzelle anzusehen ist, die aber nicht nur aus dem Pollenschlauche allein, sondern aus der Substanz der Spitze des Pollenschlauches mit der darin enthaltenen befruchtenden Substanz und der Substanz der Spitze des Embryosackes gebildet ist. Die Membran, welche diese Anschwellung zeigt, ist von gelblichem etwas limpidem Ansehen und besteht aus einer so weichen gummiartigen Substanz, dafs sie in kurzer Zeit im Wasser auseinander fliefst und schon durch den leisesten Druck gänzlich zerstört wird. Diese Anschwellung ist die erste Bildung des Keimbläschens, welches sich alsbald vergröfsert, schon sehr früh von dem Pollenschlauche gänzlich getrennt wird und dann allmälich in den Embryosack hineinwächst und sich, wie in Fig. 42. dargestellt ist, zum Träger des Embryo's umgestaltet, wenn seine Spitze noch nicht einmal vollkommen vom Embryosacke umschlossen ist, was aber später stets geschieht, und dadurch erleichtert wird, dafs der Träger selbst in die Tiefe hinabsteigt. In der Fig. 42. sieht man in c den künftigen Embryo noch als einfache kugelförmige Zelle und in Fig. 43. haben sich in demselben schon mehrere kleinere Zellchen gebildet, was dann immer weiter fortgeht.

Etwas verschieden von dem im Vorhergehenden Angegebenen, verhält sich der plastische Prozefs bei der Befruchtung solcher Saamen, deren Embryosack erst nach erfolgter Befruchtung gebildet wird oder auch gänzlich fehlt; als Beispiel führe ich die Saamen der Gattungen Fritillaria und Tulipa an, bei welchen ich diesen Vorgang ziemlich vollständig verfolgt habe, bei Lilium verhält es sich ganz ebenso, und wahrscheinlich bei allen Liliaceen und mehreren ähnlichen Familien. Bei den genannten Pflanzen steigt der Pollenschlauch wie gewöhnlich durch die Oeffnungen der Eyhäute, drängt sich durch die Spitze

des Nucleus und steigt in die, in dessen Inneren gebildete Höhle hinein, ganz wie es in Fig. 1. Tab. XV. dargestellt ist, wobei nur die äufsere Hülle fortgelassen ist. Bei h sieht man das Ende des Pollenschlauches in die, für die Bildung des Embryo's im Inneren des Nucleus e f g bestimmte Höhle hineinragen, und ganz ebenso verhält es sich bei Tulipa, wovon ich das in die Höhle des Nucleus hineingedrungene Ende eines Pollenschlauches in Fig. 7. Tab. XV. dargestellt habe. Nachdem die Abbildung nach dem Eychen der Fritillaria in Fig. 1. angefertigt worden war, wurde der ganze Pollenschlauch herausgezogen und derselbe zeigte die, in Fig. 2. dicht daneben dargestellte Form. Hier findet also ein unmittelbares Eindringen des Pollenschlauches in die Höhle des Nucleus statt und aus dem anschwellenden Ende desselben entsteht das Keimbläschen, welches hier eine mannigfaltigere Umbildung erleidet, bis der Embryo aus demselben hervorgeht. Zwar findet man, oft noch wochenlang nach erfolgter Befruchtung, aus der Mikropyle der Liliaceen-Saamen den Pollenschlauch hervorhängen, aber innerhalb der Mikropyle der inneren Eyhülle oder dem Endostom und besonders innerhalb der Spitze des Nucleus wird derselbe zusammengeprefst, wodurch er obliterirt und dadurch von dem entstandenen Keimbläschen getrennt oder abgeschnürt wird, wie es auch in Fig. 3. Tab. XV. bei e dargestellt ist. Gewöhnlich schwillt bei der Gattung Fritillaria das Ende des Pollenschlauches gleich nach seinem Eintritte in die Höhle des Nucleus sehr stark an, und es entwickeln sich aus demselben noch zwei andere, ebenfalls sehr grofse Zellen, wie sie in Fig. 3. Tab. XV. dargestellt sind, so dafs diese drei Zellen zusammen einen Faden bilden, welcher mit dem Embryoträger der Dicotyledonen zu vergleichen ist, sich aber von diesem durch sein ferneres Verhalten sehr auffallend unterscheidet. In jenen grofsen Zellen des umgewandelten Keimbläschens der Fritillaria bilden sich sehr bald eine Menge kleinerer Zellen und es entsteht dadurch ein Zäpfchen, wie es in Fig. 4. dargestellt

ist, aus dessen unterem Ende die erste Bildung des Embryo's hervorgeht, wie es in einem weiter vorgerückten Zustande in Fig. 5. abgebildet ist, wo a b der aus dem Keimbläschen hervorgewachsene Träger und c d der an demselben hervorgegangene junge Embryo ist.

Ich habe absichtlich alle diese Fälle so speciell beschrieben, damit die Deutung des Befruchtungsprozesses um so klarer hervortritt, und damit die Hypothese beseitigt werden kann, welche kürzlich Herr Schleiden über denselben Gegenstand, wie wir es schon früher kennen lernten, aufgestellt hat. Wir haben aus den vorhergehenden Mittheilungen kennen gelernt, dafs der junge Embryo nicht unmittelbar aus dem Ende des Pollenschlauches hervorwächst, ja wir haben die Structur des von uns genannten Keimbläschen's und dessen Veränderungen bis zur Bildung des Embryo's so genau kennen gelernt, dafs Niemand annehmen darf, als säfse in dem Ende des Pollenschlauches der Keim zum künftigen Embryo, welcher blofs durch das Eindringen des Pollenschlauches in die Höhle des Kernes, oder in den Embryosack des Saamen's hineingelegt zu werden braucht, damit er hier ernährt und weiter ausgebildet werde. Die Befruchtungsweise des Eychen's von Mesembryanthemum glomeratum, welche in Fig. 46 und 47. Tab. XIII. dargestellt ist, gab uns schon seit längerer Zeit einen sehr wichtigen Einwand gegen jene vorgetragene neue Deutung des Befruchtungsprozesses der Pflanzen; bei dem genannten Mesembryanthemum legt sich nämlich das Ende des Pollenschlauches zur Seite des Mikropyle-Endes des Embryosackes, und ein wirkliches Eindringen desselben in Letzteren findet hier sicherlich nicht statt. In Fig. 47. Tab. XIII. ist durch die Linie b die Mikropyle der äufseren Hülle des Eychen's angedeutet; der Pollenschlauch a erhält, sobald er in die Höhle des Ovarium's tritt, eine besondere Festigkeit, dringt in gleichmäfsiger Stärke durch die Oeffnungen der Eyhäute, durch die Spitze des Nucleus, welche sämmtlich auf der Zeichnung weggelassen sind, und legt sich mit seinem Ende c, welches geifsförmig gebogen

wird, dem oberen Theile des Embryosackes d e an. Betrachtet man ein solches, sehr schwer heraus zu präparirendes Object in der Lage, dafs das Ende des Pollenschlauches gerade vorzuliegen kommt, wie in Fig. 46., so wird es scheinen, als ob dasselbe im Inneren des Embryosackes befindlich ist, indem sich die Linie d e hinter dem Pollenschlauche fortsetzt und durchscheint; aber noch täuschender ist es, wenn der Pollenschlauch gerade hinter dem Embryosacke zu liegen kommt. Den eigentlichen Vorgang nach der Verwachsung der Spitze des Pollenschlauches mit der Membran des Embryosackes habe ich nicht verfolgen können; die Verwachsung ist sehr innig und wahrscheinlich geschieht eine Resorbtion eines Theiles der vereinigten Membranen, und in Folge dieser und des Uebertrittes der befruchtenden Substanz bildet sich das Keimbläschen f, welches in seiner Lage zum Pollenschlauche ebendaselbst dargestellt ist. In diesem Falle ist es sehr wahrscheinlich, dafs nach der Vereinigung des Pollenschlauches mit der Membran des Embryosackes ein Befruchtungsprozefs erfolgt, welcher mit jenem der Conferven zu vergleichen ist, worüber in der Folge die Rede sein wird.

Nachdem wir diese verschiedenen Vorgänge bei der Befruchtung der Pflanzen und das erste Auftreten des Embryo's in Folge derselben kennen gelernt haben, wird es nicht mehr so überraschend sein, wenn wir bei einzelnen Pflanzen-Gattungen eine so vollständige Verbindung des Pollenschlauches mit dem Träger des Embryo's vorfinden, wie sie in der Abbildung von Fig. 23. Tab. XIII. aus dem Eychen der Draba verna dargestellt ist, wo man mit allem Rechte sagen kann, dafs der Träger des Embryo's, der unter dem Punkte b anfängt (bis hierher steckt nämlich der Faden in der Höhle des Nucleus), die wirkliche Fortsetzung des Pollenschlauches ist. Bei d hat der Faden die gewöhnliche Dicke des Pollenschlauches jener kleinen Pflanze, doch schon in der Nähe der Mikropyle nimmt derselbe an Gröfse und Festigkeit zu, offenbar durch Ernährung von Seiten der Eyhäute, und so steigt er durch

die Oeffnungen der beiden Eyhäute in die Spitze des Nucleus hinein, der bei der Draba, wie bei Capsella eine blofse zellige Haut ist, welche die Nucleus-Höhle umschliefst und somit die Stelle des Embryosackes vertritt. Gerade das Fehlen des Embryosackes ist hier die Ursache, dafs das Ende des Pollenschlauches als Fortsetzung des Trägers erscheint, oder umgekehrt; wo der Embryosack auftritt, da wird der Pollenschlauch nach der Bildung des Keimbläschen's durch Schliefsung desselben abgeschnürt, was man besonders gut an den Abbildungen sehen kann, welche ich auf Tab. XIII. in den Figuren 48, 49, 50, 44 und 45. aus dem Eychen des Helianthemum canariense gegeben habe. In Fig. 48. ist die Vereinigung des Pollenschlauches mit dem oberen Ende des Embryosackes dargestellt; es hat sich eine kleine Anschwellung am Ende des Pollenschlauches gebildet, welche vielleicht dem beständigen Zuströmen der colliquescirten Fovilla zuzuschreiben ist, die eine Stockung erleidet, bis die Membran des Embryosackes resorbirt ist, und sich nun das Keimbläschen im Inneren bilden kann. In Fig. 49. ist jene Anschwellung nicht vorhanden, sondern der Pollenschlauch sitzt unmittelbar auf dem Keimbläschen, welches sich in Fig. 50. weiter ausgedehnt und vom Pollenschlauche vollkommen abgeschnürt hat. An diesen drei Darstellungen wird man keine Spur einer Einsenkung des Embryosackes bemerken, durch welche man auf den, schon von Herrn Brongniart geäufserten Gedanken kommen könnte, dafs das Bläschen, welches wir mit dem Beinamen des Keimbläschens bezeichnet haben, durch eine Einsenkung der Membran des Embryosackes gebildet werde. Dergleichen Formen, wie die Abbildung des oberen Theiles des Embryosackes von eben demselben Helianthemum in Fig. 44. Tab. XIII. zeigt, können allerdings zu solchen Deutungen Anlafs geben, doch am besten möchte dieselbe durch Beobachtung dergleichen Embryosäcke beseitigt werden, welche mehrere Keimbläschen und daher auch später mehrere Embryonen enthalten. So deutlich auch hier, in den Abbildungen der Figuren

44 und 45. die Abschnürung des schon entwickelten Keimbläschens, welches am unteren Ende des Fadens schon die erste Spur des Embryo's zeigt, von dem Pollenschlauche zu sehen ist, ebenso bestimmt sieht man den Zusammenhang derselben mit dem Pollenschlauche in einigen noch jüngeren Zuständen, welche in den Figuren 23 und 24. Tab. XIV. aus Cistus hirsutus dargestellt sind, und ebendaselbst sind die oberen Enden der Embryosäcke von Helianthemum grandiflorum dargestellt (Fig. 23 und 24. Tab. XIV.), von welcher jeder zwei Keimbläschen enthält, und es ist nicht selten zu finden, dafs 6 und 8 dergleichen in den Embryosack hineinhängen, und sich später zu ebenso vielen Embryonen mit ihren Trägern umwandeln. In solchen Fällen ist es wohl ganz offenbar, dafs die Keimbläschen nicht durch Einfaltung der Membran des Embryosackes entstehen können, ganz abgesehen davon, dafs später alle diese neuen Gebilde von dem Embryosacke vollkommen umschlossen werden, und dafs sich alsdann das obere Ende des Embryoträgers ganz leicht von der umschliefsenden Membran löst. Alles, was ich hier gegen die Brongniart'sche Ansicht von der Bildung des Keimbläschen's gesprochen habe, gilt auch gegen die von Herrn Schleiden ausgesprochene Ansicht, nach welcher (S. l. c. pag. 312.) die eintretenden Pollenschläuche die Intercellulargänge des Nucleus durchkriechen, den Embryosack erreichen, diesen vor sich herdrängen, ihn in sich selbst hineinstülpen, und dann selbst als cylinderische Schläuche die ersten Anfänge der Embryonen bilden, so dafs hiernach der Pflanzenembryo nichts weiter wäre, als eine auf die Spitze der Axe gepfropfte Zelle des Blattparenchymes. Eine ähnliche Ansicht, wie die des Herrn Schleiden, ward auch schon vor einigen Jahren durch Herrn v. Mirbel*) ausgesprochen; dieser geistreiche Gelehrte meint, dafs bei den höheren Gewächsen zur Erzeugung des Embryo's wenigstens zwei Zellen, eine männliche und eine

*) Complém. d. obs. sur la Marchantia polymorpha. pag. 51.

weibliche nothwendig seien, und dafs dann der Embryo ein zusammengesetztes, an Vater und Mutter Theil habendes Wesen sei. Es folgt hieraus, sagt Herr v. M., dafs die Befruchtung nichts ist, als die Impfung der männlichen Zelle auf die weibliche.

Ich glaube, dafs es nicht mehr nöthig ist in eine Widerlegung dieser Ansichten einzugehen, denn ich habe im Vorhergehenden die bei dem Befruchtungs-Prozesse der Pflanzen vorkommenden Erscheinungen so ausführlich beschrieben, sowohl in Fällen, wo der Pollenschlauch mit einem Embryosacke zusammenkommt, als in Fällen, wo kein Embryosack vorhanden ist, und habe alle diese Thatsachen so deutlich und richtig abgebildet vorgelegt, dafs es schwerlich noch viel klarer zu machen sein möchte. Hiernach kann nun auch Jedermann ganz nach Belieben seine Ansicht über den Vorgang bei der Befruchtung der Pflanzen aussprechen, dieselbe darf nur nicht gegen die vorliegenden Thatsachen sprechen. Zur Verständigung bei der Vergleichung unserer verschiedenen Ansichten führe ich nur noch an, dafs Herr Schleiden unter jenem cylinderischen Schlauche den Embryo in seinem ersten Auftreten versteht, und ihn daher als ein Achsengebilde ansieht, „welches nach oben geschlossen nur eine fernere Entwickelung von innen heraus gestattet, nach unten aber nicht begrenzt ist, und durch Ausscheiden organisirbaren Stoffes und dessen allmäliches Uebergehen in Zellen eine blofse Verlängerung in's Unendliche zuläfst etc."

Jener cylinderische Schlauch, welchen Herr Schleiden als den Embryo in seinem ersten Auftreten deutet, ist nach den von mir mitgetheilten Beobachtungen durch Ausdehnung des Keimbläschens hervorgegangen, und aus seinem Ende geht erst die Bildung des Embryo's hervor, welcher zuerst als eine kugelförmige Zelle, oder, wie bei den von mir angegebenen Monocotyledonen, als eine kugeligte Zellenmasse auftritt, die durch den übrigen Theil des cylinderischen Schlauches an der oberen Spitze des Embryosackes aufgehängt ist. Die Kugel aber, aus

welcher sich der Embryo herausbildet, ist oben und unten geschlossen, und die spätere Bildung des Stengels und der Wurzel aus dem Embryo geht von Innen heraus nach den, der Art jedesmal vorbestimmten Gesetzen vor sich.

Durch die Erscheinung, dafs sich ebenso viele Embryonen in jedem Eychen bilden, als Pollenschläuche zu den Embryosack derselben steigen, ist Herr Schleiden in seiner Ansicht, dafs durch den Pollenschlauch der Keim des Embryo's in das Eychen hineingetragen wird, bestätigt worden, indessen wenn, wie ich glaube, es mir gelungen ist zu zeigen, dafs der einfache Pollenschlauch sowohl materiell, als dynamisch zur Bildung des Keimbläschen's beiträgt, aber noch lange nicht unmittelbar in den jungen Embryo umgewandelt wird, so gilt dieses auch für alle übrigen Pollenschläuche, wenn sie auch in noch so grofser Anzahl zum Embryosacke herabsteigen, und darin mehr als einen Embryo hervorrufen, und ich sehe hierin gar keine Schwierigkeit gegen die bisherigen ehrwürdigen Ansichten von dem Geschlechte der Pflanzen.

Es ist von einigem besonderen Interesse, das Verhalten der befruchtenden Substanz des Pollenschlauches bei der Vereinigung desselben mit dem Embryosacke oder dessen Stellvertreter genau zu kennen; es ist dieses ein Punkt, der bei der Befruchtung der Thiere wohl schwerlich so weit zu betrachten ist, als hier bei den Pflanzen. Aus den mir vorliegenden Beobachtungen kann ich nur bestätigen, was man schon lange bei der Befruchtung der Thiere a priori wufste, dafs die spermatischen Kügelchen und die Saamenthierchen bei dem Befruchtungsakte nicht mehr als solche mitwirken, sondern schon um die Zeit, wenn sie mit dem Pollenschlauche in die Eyhüllen hineintreten, aufgelöst und zu einer flüssigen gummiartigen Substanz von etwas gelblicher Färbung umgewandelt werden. Diese Substanz ist es nun, welche zur Befruchtung benutzt wird. Ich erwähne hier noch der Ansicht des berühmten C. F. Wolff, der den männlichen Saamen für ein im höchsten

Grade vollkommenes Nutriment hielt, welches keine weitere Bearbeitung nöthig habe, und die ganze Conception als eine von Aufsen geschehene Nutrition definiren zu können glaubte.

Wird denn die Befruchtung bei allen Pflanzen vermittelst eines Pollenschlauches ausgeführt? Diese Frage hat man mit Recht aufgestellt, und ich möchte dieselbe mit folgenden Worten beantworten: Bei den niederen Pflanzen, als bei den Laub- und Lebermoosen und den Charen geschieht es nicht, obgleich hier ebenfalls wahre Befruchtung stattfindet, wie wir es künftig kennen lernen werden. Es wäre also doch wohl denkbar, dafs mitunter auch bei den Phanerogamen die Befruchtung auf ähnliche Weise ausgeführt werden könnte. Im Jahre 1831 sprach sich auch Herr Robert Brown dahin aus, dafs man aus den bekannt gewordenen Fällen noch keineswegs berechtigt sei, die neue Befruchtungstheorie auf alle phanerogamischen Gewächse auszudehnen. Seit jener Zeit hat man jedoch diesem Gegenstande gröfsere Aufmerksamkeit geschenkt, und sowohl die Herren Horkel und Schleiden, als ich selbst haben fast überall die Pollenschläuche gefunden, wenn man zur gehörigen Zeit darnach suchte. Bei dem reichen Materiale, welches ein so grofsartiger Garten, als der zu Berlin unseren Untersuchungen darreicht, ist nichts leichter als die Zahl der Gattungen bei welchen man Pollenschläuche beobachten kann, täglich zu vermehren. Die neue Befruchtungstheorie steht aber heutigen Tages schon so fest, dafs es nur noch nöthig ist, diejenigen Fälle speciell aufzuführen, welche dagegen zu sprechen scheinen, damit sie auch von anderen Beobachtern näher untersucht werden mögen.

Ich habe bei allen Phanerogamen, welche ich zur gehörigen Zeit und mit gehöriger Mufse untersuchte, die Befruchtung durch Pollenschläuche gefunden, nur nicht bei unserer kleinen Brennnessel, obgleich ich die weiblichen Blüthen dieser Pflanze gar s e h r o f t beobachtet

habe. Vielleicht findet es zufällig ein anderer Beobachter, was ich lange vergebens suchte.

Schliefslich erinnere ich noch an die Bastardzeugung der Pflanzen, welche man sicherlich mit allem Rechte, als ein Analogon der Bastarderzeugung bei den Thieren ansieht; sie allein war hinreichend um die Hypothese des Herrn Schleiden zu beseitigen. Man mache sich eine Vorstellung von dem Befruchtungsprozesse zur Bastardzeugung, nach den von uns mitgetheilten Vorgängen im Inneren des Nucleus und des Embryosackes, und man wird die genügendste Lösung über diesen Gegenstand erhalten; durch die befruchtende Substanz, welche der Pollenschlauch in das Innere des Eychen's führt, wird dem künftigen Embryo der Typus der väterlichen Pflanze aufgedrückt, und da die ganze fernere Bildung, durch welche der eigentliche Embryo hervorgeht, im Inneren des Nucleus oder des Embryosackes stattfindet, wo also der Embryo von der Mutterpflanze ernährt wird, nachdem schon dem Keimbläschen, welches als unmittelbares Produkt der Befruchtung hervorgeht, neben dem Typus der väterlichen Pflanze auch derjenige, der mütterlichen eingeprägt war, so wird die Erzeugung des Bastard's erklärlich.

Drittes Capitel.

Fernere Ausbildung des Embryo's und des Eyweifskörper's.

Sobald die Befruchtung im Inneren des Pflanzen-Eychen's erfolgt ist, geht die Ausbildung des Embryosackes oder dessen Stellvertreters rasch vor sich, und wo derselbe schon vor der vollständigen Befruchtung vorhanden war, was gerade am häufigsten vorkommt, da dehnt sich der Embryosack sehr rasch aus, und dieses ist meistentheils

mit einem Verdrängen und einer Resorbtion des Zellengewebes der Kernmasse begleitet, so dafs von dieser meistentheils nur noch eine dünne Haut übrigbleibt, wenn der Kern seiner vollkommenen Ausbildung entgegengeht, ja oftmals wird sogar die ganze Kernmasse verdrängt und der Embryo mit den ihn umkleidenden neuen Bildungen des Embryosackes nehmen den ganzen inneren Raum des Saamen's ein. Es lassen sich über diesen Gegenstand schwerlich allgemeinere Angaben aufstellen, doch wenn man denselben an mehreren, sehr verschiedenen Saamen genau kennen gelernt hat, so wird man die Abweichungen von allen übrigen sehr bald zu deuten vermögen.

Wir haben schon im vorigen Abschnitte die Bildung des Embryo's in mehreren Saamen kennen gelernt, wie z. B. in dem der Capsella Bursa pastoris, der Orchis Morio u. s. w. wo der Embryo nach geschehener Befruchtung für sich allein gebildet wird, dagegen zeigten die Zeichnungen aus den Saamen von Alsine media (Fig. 37. Tab. XIII.) von Helianthemum canariense (Fig. 44 und 45. Tab. XIII.), sowie von Fritillaria imperialis (Fig. 3. Tab XV.), dafs die Entwickelung des Embryo's mit der Bildung einer eigenthümlichen Substanz begleitet ist, welche sich im Inneren des Embryosackes oder dessen Stellvertreter's gestaltet und den Embryo unmittelbar umgiebt ohne mit demselben wirklich verwachsen zu sein. Malpighi nannte bekanntlich den Embryosack: Amnios, Membrana amnii oder die Vesicula colliquamenti, worin sich die junge Pflanze bilde, daraus möchte man schliefsen, dafs ihm schon der Inhalt des Embryosackes in den frühesten Perioden bekannt war. In allen Fällen, wo der Embryosack schon vor der Befruchtung im Inneren des Nucleus auftritt, da ist die Flüssigkeit, welche denselben erfüllt, bei eintretender Befruchtung noch wasserhell und daher vollkommen durchsichtig *); alsbald bilden sich in

---

*) Anmerkung. Bei mehreren Pflanzen habe ich um diese Zeit in der wasserhellen Flüssigkeit des Embryosackes eine kleine

der Nähe des Keimbläschens einige trübe Wölkchen, welche mitunter fein gekörnt sind, und in diesen, sich zuerst condensirenden Schleim- und Gummimassen bemerkt man das Auftreten einzelner, mehr oder weniger grofsen Kügelchen, wie bei d in Fig 44. Tab. XIII., welche durch Vereinigung mehrerer kleineren hervorgehen. Auch in Fig. 37. ebendaselbst, ist die erste Bildung um den Embryo dargestellt, und hier bemerkt man schon, dafs rund um die gröfseren Kügelchen die Gerinnung der umgebenden feingekörnten Schleimmasse zu einer durchsichtigen Membran stattfindet, welche alsdann eine Schleimzelle bildet, in deren Mitte sich der gröfsere Ballen als Kern befindet. In Fig. 45. sind diese Bildungen der Zellen mit ihren Kernen schon weiter vorgeschritten, und je mehr sich das zarte Bläschen vergröfsert um so deutlicher tritt es als eine besondere Zelle auf, wobei gewöhnlich mehrere derselben zusammenstofsen und sich unmittelbar aneinander legen, wie es in Fig. 3. Tab. XV. bei der Fritillaria zu sehen ist. Wird die Zahl dieser Zellen noch gröfser, so erhalten sie endlich durch gegenseitigen Druck mehr oder weniger regelmäfsige, vielseitige Formen und bilden ein wirkliches Zellengewebe, das sich allmälich durch Resorbtion der Zellenkerne mit Amylum oder einem ähnlichen Stoffe füllt. In Fig. 10. Tab. XV. ist dieses Zellengewebe in der Spitze des Embryosackes des Phaseolus vulgaris dargestellt, doch kommt es hier nur selten und in sehr geringem Grade zur Bildung des Amylum's in den Zellen. Die Bildung dieser Zellenmasse beginnt stets von dem Mikropyl-Ende des Embryosackes und steigt mehr oder weniger tief in den Embryosack hinein, was sich in den Saamen verschiedener Pflanzen ganz aufserordentlich verschieden verhält; sie ist es, welche von Grew und von Gaertner den Namen des Eyweifskörper's (Albumen) erhalten hat, eine Benennung, welche zwar vielfach an-

Menge von gleichgrofsen selbstbeweglichen Molekülen beobachtet, welche in ihren Bewegungen grofse Lebhaftigkeit zeigten, aber nicht von der spermatischen Substanz des Pollen's abzuleiten war.

gegriffen ist, aber gewifs sehr passend erscheint, da das Eyweifs in den Eyern der Vögel eine Substanz ist, welche dem Embryo zunächst liegt und von demselben zur Ernährung resorbirt wird. Jussieu nannte das Eyweifs der Pflanzensaamen: Perispermium und Richard sogar Endospermium, indem er die äufsere Hülle des Saamens Perispermium nannte. Obgleich die Jussieu'sche Benennung Perispermium sehr allgemein angenommen ist, so ist es doch leicht zu erweisen, dafs dieses mit Unrecht geschehen ist, denn bei einer sehr grofsen Anzahl von Pflanzen befindet sich gar kein Eyweifs und daselbst ist der dem Embryo zunächst liegende Theil ein ganz anderer, der weder durch Perispermium noch durch Endospermium benannt werden kann, sondern den ihm sonst zukommenden Namen behält. Das Eyweifs des Pflanzensaamens ist dagegen ein ganz eigener, für sich bestehender Theil desselben, der bald vorhanden ist, bald mehr oder weniger vollständig fehlt, und daher um alle Verwechselungen zu vermeiden, einen eigenen Namen führen mufs. Herr Treviranus *) hat die Jussieu'sche Benennung Perispermium angenommen und nennt die wasserhelle Flüssigkeit, welche den jungen Embryosack füllt, den Liquor perispermicus, während ich es vorziehe dieselbe als flüssiges Eyweifs zu bezeichnen.

Die Bildung des Eyweifskörper's ist nicht selten mit eigenthümlichen Veränderungen des Embryosackes begleitet; so sieht man z. B. bei Helianthemum canariense, dafs die zarte und einfache Haut an der Spitze, gleich nach dem Auftreten des Embryo's mit mehr oder weniger grofsen Zellen bekleidet wird, welche zwar auf der inneren Fläche des Sackes ihren Ursprung nehmen, dann aber mit der Resorbtion des Theiles des umschliefsenden Embryosackes hinausgeschoben werden; die Entstehung dieser Zellen, welche in Fig. 11. Tab. XV. bei h aus Phaseolus vulgaris

*) Von der Entwickelung des Embryo und seinen Umhüllungen im Pflanzen-Ey. Berlin 1825. pag. 6.

dargestellt sind, geht sicherlich ohne vorhergebildeten Kern vor sich, und zwar auf eine Weise, welche ich später noch näher angeben werde. Auch an der Membran des Embryosackes der Urtica urens, welcher in Fig. 6. Tab. XIV. mitten im Nucleus dargestellt ist, sind in grofser Anzahl dergleichen Zellen bemerkbar, welche hier nicht nur in der Spitze, sondern auch schon in gröfserer Tiefe auftreten, aber meistens an der inneren Fläche angeheftet sind, mitunter auch noch in dem flüssigen Eyweifs schwimmen. Bei vielen Pflanzen nimmt die Bildung dieser Zellen, wozu auch noch die Zellen mit Zellenkernen hinzukommen, wie in Fig. 11. Tab. XV. bei Phaseolus, so überhand, dafs zuletzt der gröfsere Theil der, früher ganz einfachen Membran des Embryosackes, als eine aus Zellen zusammengesetzte Haut erscheint, der sich die Zellen des Eyweifskörper's unmittelbar anlagern und einen innig zusammenhängenden Körper bilden, in welchem unmittelbar der Embryo befindlich ist.

Bei einigen Pflanzen ist der Eyweifskörper innerhalb des Saamen's sehr stark ausgebildet, aber die Form desselben hängt ganz und gar von der Gröfse, Form und Lage des Embryo ab; bei anderen Pflanzen ist das Eyweifs weniger stark auftretend, oft nur mikroskopisch zu erkennen und mitunter verschwindet es schon wieder mit der vollkommenen Ausbildung des Embryo's. Im reifen Saamen ist das Eyweifs von weifslicher oder von gelblicher Farbe, mitunter zeigt es aber auch sehr auffallende Färbung; es ist z. B. grünlich bei Viscum, röthlich bei einigen Pittosporum-Arten u. s. w. Der Consistenz nach zeigt der Eyweifskörper grofse Verschiedenheiten; er ist bald mehlartig wie bei den Gräsern und besteht dann aus mehr oder weniger grofsen, aber äufserst zarthäutigen Zellen, die mit dem Collenchym der Antherenfächer zu vergleichen sind, und ganz und gar mit Amylum-Kügelchen, Pflanzen-Eyweifsstoff, Kleber u. s. w. gefüllt sind, was sich bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden verhält. Zuweilen wird der mehlige Eyweifskörper der Gräser

mehr oder weniger fest, und zeigt auf den Durchschnittsflächen eine glänzende Substanz, welche am Rande um so fester ist und nach Innen in das gewöhnliche mehlige Eyweifs übergeht. Man bezeichnet diesen abnormen Zustand bei dem Waizen mit dem Beinamen: glasig. Ich finde in dem Eyweifskörper des glasigen Waizen's, wie auch im glasigen Mays u. s. w. gerade keine Verdickungen der Zellen-Membranen, sondern eine eigenthümliche Umwandelung der Amylum-Kügelchen in eine festere, der Zellen-Membran ähnlicher gewordene Substanz, welche sich durch Jodine nicht mehr blau färbt aber wie Gummi in kochendem Wasser allmälich auflöst.

Bei anderen Pflanzen zeigt der Eyweifskörper eine feste, mehr oder weniger leder- oder knorpelartige Substanz, und diese besteht aus sehr verdickten Zellen, deren Membranen unter dem Mikroskope glasartig durchsichtig erscheinen, mitunter ihre Zusammensetzung aus Schichten sehr leicht wahrnehmen lassen und durch überaus breite und regelmäfsig geformte Tüpfelkanäle durchzogen sind, welche diesem Gewebe ein überaus niedliches Ansehen geben. Am schönsten finde ich es bei den Liliaceen und Irideen; hier und auch in anderen Fällen, sind die Tüpfelkanäle mit einer gelbbräunlichen Substanz, dem weichen Eyweifsstoffe des Saamens, fast eben so stark gefüllt, als die Höhle der Zellen, und dadurch erscheinen die Tüpfelkanäle in der hellen und dickeren Zellen-Membran so höchst auffallend.

Einige wenige Pflanzen zeigen in der Bildung des Embryosackes im Verhältnisse zum Nucleus einige scheinbare Abweichungen, welche bisher bei der Deutung der Structur des Saamens die gröfsten Schwierigkeiten darboten. Die Nympheen stehen hier obenan, ihr Embryosack ist von höchst eigenthümlicher Form, doch geht derselbe durch ähnliche Formen, welche andere Pflanzen darbieten, zu der gewöhnlichen über. In der Spitze des Nucleus sitzt eine in der Längenachse des Eychen's zusammengedrückte Blase von einer zarten Haut, welche

einen fadenförmigen Fortsatz zeigt, der mit einer abermaligen Anschwellung an der Chalaza des Eychen's befestigt ist. Diese Blase bildet sich schon einige Zeit vor dem Blühen der Pflanze, indem die Zellen des Nucleus an dieser Stelle auseinandertreten, zum Theil colliquesciren und zur Bildung des Embryosackes verbraucht werden, denn jene Blase ist nichts weiter, als der Embryosack dieser Pflanzen und die Bildung des herabsteigenden Fadens geht erst um die Zeit der Befruchtung vor sich. Die Befestigung des Embryosackes an der Basis des Nucleus kann nicht auffallen, denn auch bei Phaseolus und anderen Gattungen mehr findet dasselbe statt. Erst mit der Bildung des Keimbläschen's, welches wie gewöhnlich, etwa wie bei Alsine media, nach unseren Abbildungen auf Tab. XIII. vor sich geht, treten die Zellen in dem Inneren dieses oberen Theiles des Embryosackes auf, welche bald den jungen Embryo so innig umgeben, dafs er nicht mehr vollkommen durchscheint; später füllt sich der ganze Sack mit diesen Zellen, welche meistens noch Zellenkerne enthalten und eine weiche, mehr sulzige Masse darstellen, die mit der Ausbildung des Embryo's wieder zum Theil resorbirt wird. Es ist ganz klar, dafs diese zellige Bildung in dem Embryosacke und rund um den Embryo herum nichts Anderes ist, als ein Eyweifskörper, in welchem es erst etwas später zur Ausbildung des Amylum's kommt. Alles dieses verhält sich bei den Nymphaeen ganz in derselben Art, wie bei anderen Pflanzen, dagegen zeigt das Innere des Nucleus eine eigenthümliche Umwandlung, welche nur sehr wenigen Pflanzen zukommt und defshalb so sehr lange verkannt wurde. Bei den meisten Pflanzen wird die Kernmasse mit der Entwickelung des Embryosackes verdrängt und resorbirt; bei den Nymphaeen dagegen bleibt der Embryosack im Allgemeinen bis zur Reife des Saamens sehr klein, dagegen zeigen die Zellen des Nucleus eine bedeutende Vergröfserung, füllen sich vollständig mit Amylum-Kügelchen und einer schleimigen Masse, und trennen sich in ihrer gegenseitigen Verbindung so weit, dafs der leiseste

Druck die einzelnen Zellen oder ganze Massen von einander schiebt. Bei der Untersuchung des befruchteten Eychen's der Nymphaeen tritt diese sehr grofse zellige, mit Amylum gefüllte Masse sogleich in die Augen, und man erkennt in ihr eine, dem gewöhnlichen Eyweifskörper analoge Substanz, daher man dieselbe ebenfalls für den Eyweifskörper dieser Saamen erklärt hat. Eine Untersuchung desselben in verschiedenen Perioden der Entwickelung zeigt sehr deutlich eine feine, aber aus einer einfachen Zellenschicht bestehende Membran, welche die obere Zellenschicht des ursprünglichen Nucleus ist; nur die Zellen dieser äufseren Membran sind weniger Amylum-haltig und haften fest mit einander zusammen, aber die ganze innere Zellenmasse bildet jene Eyweifs-artige Nucleus-Masse. Noch im Jahre 1822 deutete Herr Dutrochet*) den Embryosack der Nymphaeen für den wirklichen Cotyledon, und die wirklichen Cotyledonen des so leicht zu erkennenden Embryo's dieser Pflanzen für die ersten Blättchen der Plumula; so ward denn Nymphaea zu einer monocotyledonischen Pflanze gemacht und die Eyweifs-artige Kernmasse für das wirkliche Eyweifs ausgegeben. Erst die Herrn Robert Brown und Brongniart gaben die richtige Deutung des Nymphaeen-Saamen's, indem sie anerkannten, dafs hier der Eyweifskörper von doppelter Art sei; der eine werde im Embryosacke gebildet, während der andere, welcher den Embryosack unmittelbar umschliefst, aus der Kernsubstanz hervorgeht. Da Herr Brongniart das Albumen der älteren Autoren offenbar sehr unpassend mit Endospermum nach Richard bezeichnet, so nannte er die Eyweifs-artige Kernmasse der Nymphaeen Perispermium, eine Benennung, welche keinen Beifall finden kann, indem dieselbe schon zu anderen und viel besseren Zwecken verwendet ist. Besser wäre es offenbar nach Dutrochet's Beispiel, welcher von einem *périsperme immédiat* und einem *périsperme médiat* spricht, das Eyweifs im Embryosacke,

*) Mém. du Mus. d'hist. nat. VIII. pag. 275.

als **unmittelbares** und dasjenige aufserhalb desselben als **mittelbares** zu bezeichnen, doch noch empfehlenswerther ist die Bezeichnung dieser beiden Arten von Eyweifs durch **inneres** und **äufseres**.

Herr Brongniart hat den Saamen der Gramineen auf ähnliche Weise gedeutet, indem er das wirkliche Eyweifs Perispermium nennt und also mit der Kernmasse des Saamen's der Nymphaeen vergleicht; eine vollständigere Untersuchung lehrt jedoch, dafs es sich im Saamen der Gräser viel einfacher verhält und dafs der Eyweifskörper in demselben unmittelbar am Embryo liegt und durch den Embryosack umschlossen wird, wie es noch ganz kürzlich durch Herrn Schleiden sehr richtig *) publicirt worden ist. Das Auftreten von Amylum Kügelchen in einzelnen Theilen der Embryohüllen, aufser dem wirklichen Eyweifskörper ist wohl gar nicht so selten, als man es glaubt, jedoch tritt es meistens nur in sehr kleinen Massen auf. In Fig. 37. Tab. XIII. habe ich bei g g drei, vollständig mit Amylum gefüllte Zellen aus der inneren Haut des Eychen's von Alsine media abgebildet, und in den Zellen der Testa des Saamen's von Cactus nycticallus habe ich ganz allgemein das Auftreten der Amylum-Kügelchen aus der Scheibe des Zellenkernes beobachtet, wodurch die ganze Membran ein sehr niedliches und regelmäfsiges Ansehen erhielt. Ja man beobachte die dicken Eyhäute einiger Liliaceen und man wird darin sehr grofse Massen von Amylum und Schleim aufgehäuft finden, was besonders auffallend in dergleichen zwiebelartig verdickten Saamen der Fall ist.

Die Saamen von mehreren Crinum-Arten hat man häufig für wirkliche Zwiebelknospen angesehen, doch Ach. Richard **) untersuchte solche Saamen von Crinum asiaticum, C. erubescens und C. Taïtense, welche eine aufserordentliche Gröfse erreicht hatten, und will gefunden haben, dafs sie eine eigenthümliche Hülle haben, dafs die

---

*) l. c. Nova Acta Acad. C. L. C. Nat. Cur. Vol. XIX. P. 1. pag. 43.

**) Ann. des scienc. nat. II. 1824. pag. 13.

dicke Zellenmasse das Albumen (Endosperme Rich.) ist, und dafs in diesen ein kleiner Körper, der wirkliche Embryo enthalten ist.

Bei einigen wenigen Pflanzen zeigt der Embryosack eine sehr eigenthümliche Form und Structur; er entwickelt sich zu einer bedeutenden Gröfse; so dafs er sehr bald zur Spitze des Nucleus hinaustritt, in einigen Fällen die Oeffnungen der Eyhüllen durchbricht, ja zuletzt, wie bei der Gattung Veronica selbst die ganzen Eyhüllen nach verschiedenen Richtungen hin zersprengt, was ich am schönsten bei Veronica hederaefolia beobachtet habe, wo es anfangs sehr schwer hält den Gegenstand aufzufassen. Hier und in ähnlichen Fällen, wie z. B. bei Lathraea, wo es Herr Schleiden beobachtet hat, zeigt der Embryosack eine sulzige Substanz, welche mit Einsackungen und Einschnürungen versehen ist, ähnlich den Gedärmen der höheren Thiere; es ist eine sehr dicke und fast durchsichtige Haut, welche anfangs nur eine sehr enge Höhle enthält. Wie sich die Spitze dieses sulzigen Embryosackes öffnet, ist noch nicht beobachtet, aber man sieht, dafs der Pollenschlauch mehr oder weniger tief in die Höhle desselben hineindringt, und wenigstens sieht man hier sehr deutlich dafs von einer Einstülpung des Embryosackes bei der Embryobildung nicht die Rede sein kann.

Schon im vorigen Abschnitte, als die Beobachtungen über den Befruchtungsprozefs der Pflanzen angegeben wurden, haben wir die erste Entstehung des Embryo's kennen gelernt, dessen fernere Ausbildung wir gegenwärtig zum Gegenstande der Untersuchung zu wählen haben. Herr v. Mirbel, Treviranus und auch mehrere andere Botaniker haben schon gelehrt, dafs der junge Embryo ein rundes Kügelchen ist, an welchem weder ein Radikular- noch ein Cotyledonar-Ende zu bemerken ist, und ich habe im Vorhergehenden angegeben und durch die Abbildungen auf Tab. XIII. mehrfach nachgewiesen, dafs der junge Embryo bei seinem ersten Auftreten, als ein selbstständiges Gebilde, nichts weiter, als eine ganz einfache

kugelrunde Zelle ist, welche mit einer noch ungekörnten schleimigen Flüssigkeit gefüllt ist; ich habe aber auch darauf aufmerksam gemacht, dafs es sich bei einigen Pflanzen aus der Abtheilung der Monocotyledonen, wie z. B. bei den Liliaceen etwas anders verhält, wie es bei Fritillaria in Fig. 3. Tab. XV. abgebildet ist.

Der Embryo ist bei seinem ersten Auftreten weich und fast flüssig, wie es schon von Gärtner ganz richtig beschrieben ist, ja blofses Liegen im Wasser pflegt denselben schon in kurzer Zeit aufzulösen, und selbst der leiseste Druck eines Glimmerplättchen's verwischt sehr bald alle Organisation in demselben. In diesem jüngsten Zustande ist der Embryo stets ungefärbt, sowohl bei Monocotyledonen als bei Dicotyledonen, und Herr Treviranus, der denselben in so vielen Fällen grüngefärbt beobachtete und ihn, gegen Gärtner's Beobachtung, von härtlicher Beschaffenheit beschreibt, hat nicht mehr den frühesten Zustand des Embryo's untersucht. Wir haben den Träger des jungen Embryo's und dessen Entstehung schon früher kennen gelernt, so dafs wir die Ansicht, als werde dem Embryo durch jenen Träger die Nahrung zugeführt, als beseitigt halten, denn es liegt zu nahe, dafs der Embryo aus dem ihn umgebenden, zuerst flüssigen Eyweifskörper seine Nahrung zieht; wir haben aber auch auf die Bildung des Embryo's in solchen Fällen aufmerksam gemacht, wo gar kein Eyweifskörper vorkommt, wo der Embryo entweder, wie z. B. bei Capsella, Draba u. s. w., in die mit Schleim gefüllte Nucleus-Höhle hineinragt oder, wie bei Orchis, sehr bald den ganzen Nucleus verdrängt, und unmittelbar im Zellengewebe der inneren Eyhülle zur Entwickelung kommt. In allen diesen, von der Regel abweichenden Fällen zieht der Embryo die Nahrung ebenfalls aus seiner nächsten Umgebung, welche dabei auch gewöhnlich stark resorbirt wird, und wir dürfen uns durch die starke Entwickelung des Trägers, welche wir z. B. bei Capsella finden, noch nicht zu der Annahme verleiten lassen, dafs derselbe dennoch, wenigstens in solchen Fällen

zur Ernährung des Embryo's dient, denn bei der Alsine media, wo wirkliches Eyweifs im Inneren eines eigenen Embryosackes den Embryo umgiebt, da zeigt sich die Bildung des Trägers verhältnifsmäfsig eben so stark. Ich glaube annehmen zu dürfen, dafs der Träger gröfstentheils zur blofsen Befestigung des Embryo's dient, dafs aber durch ihn, noch vor der Bildung des Embryo's, die aus dem Pollenschlauche gestiegene befruchtende Substanz dem flüssigen Eyweifs längere Zeit hindurch zur dynamischen Einwirkung ausgesetzt ist, und in solchen Fällen, wo der Träger zur aufserordentlichen Entwickelung gelangt, wie bei der Gattung Capsella, Alsine u. s. w., da scheint es mir sehr klar, dafs auch durch ihn eine Menge Nahrung aufgesaugt werden mufs, welche dem jungen Embryo zu Gute kommt. Mitunter zeigt der Träger des Embryo's sehr eigenthümliche Formen, so vergröfsert sich derselbe bei Chenopodium viride auf eine sehr beachtenswerthe Weise; hier wird dasjenige Ende des Trägers, welches in der Spitze des Embryosackes befestigt ist, sehr breit, und besteht dann aus einer Menge von locker aneinandersitzenden zarten Zellen. Der ganze Träger erhält hier zuweilen das Ansehen eines Hutpilzes. Viel merkwürdiger ist dagegen die Bildung des Träger's bei der Gattung Tropaeolum, wozu ich leider wegen Mangel an Raum nicht mehr Abbildungen geben kann; verweise aber auf die Darstellungen dieses Gegenstandes bei den Herren Brongniart *) und Schleiden **). An dem ausgebildeten Saamen von Tropaeolum majus findet man nämlich einen eigenthümlichen Faden, der seinen Ursprung aus dem Exostomium oder der Mikropyle des Saamen's nimmt, und um die äufsere Seite des Saamen's herumläuft; ich fand ihn bis über die Hälfte der inneren, etwas gekrümmten Fläche desselben wieder hinauflaufend. Aufserdem läuft noch ein zweiter, aber kürzerer Faden, ebenfalls vom Exostomium ausge-

*) l. c. Pl. 44. Fig. 2.

**) l. c. — Nova Acta Acad. C. L. C. Vol. XIX. P. I. pag. 55. Tab. VIII. f. 125. etc.

hend, auf der inneren Seite des Saamen's herab, und mitunter fand ich auch noch einen dritten, aber noch kürzeren Faden ebendaselbst. Diese Fäden bestehen aus einem Strange von ziemlich grofsen, aber zarten und etwas gestreckten Parenchym-Zellen, deren an ausgebildeten Saamen etwa 14—20 auf dem Querschnitte zusammengehäuft liegen, und sämmtlich die bekannte Rotationsströmung zeigen, wie die Zellen der Vallisneria. Alle diese Zellenstränge gehen von einer Stelle aus, welche unmittelbar die Mikropyle bedeckt, deren Zellen eine überaus niedliche Form und Zeichnung zeigen; und hier hängen dann Stränge mit dem wirklichen Träger des Embryo's in unmittelbarem Zusammenhange, was der allmäliche Uebergang der Zellen des einen Gebildes in die Zellen des anderen sehr deutlich zeigt. Der eigentliche Träger des Embryo's hat eine sehr bedeutende Länge, ist ebenfalls aus länglichen Parenchym-Zellen zusammengesetzt, nur nicht ganz so dick, als die äufserlich verlaufenden Stränge; er ist von seinem Vereinigungspunkte mit den äufserlichen Strängen an, von der Membran des Embryosackes umschlossen und füllt ganz genau die Röhre aus, welche die lange Oeffnung des Endostomium's und die Oeffnung des Nucleus bildet. Diese ganze Bildung ist als ein sehr eigenthümlicher Fall anzusehen, und dieselbe vollständig zu verfolgen, gehört zu den mühesamsten Aufgaben. Mit Herrn Schleiden's Angaben stimmen meine Untersuchungen in dieser Hinsicht nicht ganz überein; ich habe gesehen, dafs der Pollenschlauch im Inneren des Nucleus eine sehr bedeutende, aber etwas unregelmäfsige Anschwellung zeigt, und Herr Schleiden sah zuerst, dafs sich der Embryo aus dem Ende eines Astes bildete, welcher aus jener Anschwellung hervorgeht. Ich habe ferner mehrmals gesehen, dafs der Träger um die Zeit, wenn der Embryo bis zur Entwickelung zu einer grünen Kugel gekommen ist, schon als ein starker Zellenstrang erscheint, der sich allmählich in die Kugel des Embryo's hineinzieht.

Die fernere Ausbildung des Embryo's der Gewächse

aus der einfachen kugelförmigen Zelle bietet sehr interessante und der höchsten Beachtung werthe Erscheinungen dar. Gleichwie in dem wasserhellen Safte des Embryosackes, so bilden sich in dem Safte der einfachen Embryozelle mehr oder weniger starke Condensationen der Schleimmasse, wie sie in a Fig. 21. Tab. XIII. aus der Draba verna dargestellt sind; oder es treten gleich mehrere, mehr oder weniger grofse kugelförmige Massen auf, welche aus einer gekörnten gummiartigen Substanz bestehen (Fig. 42. Tab. XIII. bei o aus Alsine media), und um diese herum erhärtet die Schleimmasse zu besonderen Zellenmembranen, ganz wie dieses bei der Bildung des Eyweifskörpers im Embryosacke auf pag. 322 geschildert wurde. Diese neuen Zellchen dehnen sich sehr schnell aus (Siehe die 2 Zellchen in d Fig. 35. Tab. XIII.), stofsen zusammen und verdrängen durch Resorbtion die ursprüngliche Zellenmembran des ersten Anfanges des Embryo's, so dafs dieser hierauf als aus mehreren Zellchen zusammengesetzt erscheint, wie es die Abbildungen in Fig. 45. Tab. XIII. von Helianthemum canariense, Fig. 16. ebendaselbst von Capsella Bursa pastoris, Fig. 43. von Alsine media und so weiter zeigen. In diesen neuen Zellchen bilden sich nun abermals neue Zellen, theils durch Gerinnung der Substanz um ursprünglich gebildete kugelförmige Massen, welche dann als Zellenkerne auftreten, was aber hier sehr selten ist, theils durch Gerinnung der sichtbar gewordenen Schleimmassen, welche sich in verschiedenen Stellen der Zellen blasenförmig ausdehnen, zu feinen Membranen erhärten, und sich entweder der Membran der Mutterzellen anlegen, oder nach Resorbtion dieser, gleichfalls als selbstständige Zellen auftreten, worin die ferneren Bildungen von Neuem erscheinen.

In Fig. 35. Tab. XIII. habe ich den jungen Embryo von Orchis Morio dargestellt, in welchem sich zwei wirkliche Zellenkerne befinden, und in solchem Falle geschieht die Bildung der Membranen der neuen Zellen aus der aufgelösten Substanz dieser Kerne, was denn auch der ganz

gewöhnliche Gang der Zellenbildung hierselbst ist. Ganz ebenso geschieht auch die Zellenbildung in dem Träger des Embryo's der Capsella, wozu auf Tab. XIII. eine Reihe von Abbildungen vorhanden sind.

Herr Schleiden*) hat in einer reichhaltigen Abhandlung die hohe Wichtigkeit zu erweisen gesucht, welche dem Zellenkerne bei der Bildung der Zellen zukommt, wefshalb er denselben mit einem besonderen Namen belegt und ihn Cytoblastus (von *κυτος* und *βλαστος*) nennt. Meine Beobachtungen über diesen Gegenstand stimmen indessen mit denen des Herrn Schleiden nicht überein, ja ich mufs mich im Gegentheile ganz gegen jene Ansicht aussprechen, dafs der Zellenkern die Zelle selbst erzeuge. Herr Schleiden hat sich offenbar durch die Bildung der Zellen des Eiweifskörper's im Embryosacke täuschen lassen; hier findet die Bildung der Zellenmembran jedesmal rund um einen Ballen condensirten Schleimes statt, ganz ebenso, wie ich es schon vor 10 Jahren bei der Bildung der Membran der Conferven-Spore vollständig beschrieben habe. Aber der ganze Eyweifskörper ist eine transitorische Bildung, und schon wenige Beobachtungen sind hinreichend zu zeigen, dafs die Bildung des übrigen Zellengewebes auf andere Weise erfolgt. Die Bildung der Zellen durch Selbsttheilung der schon vorhandenen haben wir schon im vorigen Bande kennen gelernt, und in der Folge werden wir sehen, dafs die Vermehrung der Zellen durch Selbsttheilung eine, bei niederen und bei höheren Pflanzen sehr allgemein verbreitete Erscheinung ist. Wo sich aber die Zellen in dem vollkommenen Zellengewebe der höheren Pflanzen, wie der niederen nicht durch Theilung vermehren, da geschieht ihre Bildung nicht durch Zellenkerne oder durch sogenannte Cytoblasten, sondern die neuen Zellen bilden sich aus der condensirten Schleimmasse im Inneren der älteren Zellen, und man kann sehen, dafs sich die Schleimmasse zu einer Blase ausdehnt, deren Wand später erhärtet, oder schon vorher mit an-

*) Beiträge zur Phytogenesis. — In J. Müllers Archiv etc. 1838.

deren ähnlichen Schleimblasen in eben derselben älteren Zelle zusammenstöfst, wie dieses in den jungen Haaren und im Träger des jungen Embryo's so schön zu sehen ist. Die nicht zu enträthselnde Frage, welche sich hier bei der Zellenbildung aufwirft, ist: Was ist die Ursache, dafs sich der Schleim im Inneren der jungen Zelle zu einer Schleimblase umgestaltet? Ja nicht selten habe ich beobachten können, dafs Zellenkerne, welche schon vollständig ausgebildet waren und in Härchen, wie bei den Trägern des Embryo's zu 2, 3 und 4 Stück nebeneinander lagen, dafs diese fast ganz oder gröfstentheils aufgelöst wurden, und dafs sich aus der daraus entstehenden Schleimmasse ebenso viele Zellchen in jenen Härchen bildeten. Der Zellenkern ist nicht ein allgemeines Elementarorgan der Pflanzen; ich kenne eine grofse Menge von Fällen, wo weder in ganz jungen Zellen, noch in älteren Zellen Zellenkerne vorkommen, aber es geht aus meinen Beobachtungen hervor, dafs sich der Zellenkern immer in solchen Zellen bildet, welche bestimmt sind assimilirten Nahrungsstoff zu führen, und an verschiedenen Stellen dieses Buches habe ich nachgewiesen, dafs der Zellenkern zur Bildung der Zellensaftkügelchen verbraucht wird, und zwar sowohl zur Bildung der Amylum-Kügelchen in höheren Pflanzen, als zur Bildung der grüngefärbten Zellensaftkügelchen. Daher fehlen die Kügelchen, wo der Zellenkern vollständig vorhanden ist! Herr Schleiden wird demnach wohl einsehen, dafs der Vorwurf, den er mir gemacht, als kümmerte ich mich nicht genug um die Bildung der Elementarorgane, nicht so ganz gegründet ist.

Das Verschwinden der ursprünglichen Bildungen und die Hineinschiebung der neuen in Stelle der älteren, wobei eine stete Vergröfserung vor sich geht, wird nur dadurch möglich, dafs die ganze Substanz der Wände dieser Zellen noch ganz weich und leicht auflöslich ist. So geht nun die Bildung der Zellen im Inneren der ursprünglichen Embryozelle vor sich, bis der junge Embryo zu einer verhältnifsmäfsig grofsen Kugel angewachsen ist, welche

noch durch den Träger befestigt ist, wie dieses auf den beiliegenden Tafeln mehrfach abgebildet ist. Fig. 23. Tab. XIII. zeigt diese Embryo-Kügelchen der Draba verna, welche aus dem Zellchen a Fig. 21. daselbst hervorgebildet ist. Fig. 6. Tab. XIV. zeigt diese Embryo-Kugel in ihrer natürlichen Lage im Inneren des Embryosackes aus der Urtica urens, und dicht daneben, in Fig. 5. ist diese Kugel in einem weit jüngeren Zustande zu sehen, wo der Träger ausnahmsweise sehr lang ist. In Fig. 15. Tab. XV. ist diese Entwickelungsstufe des Embryo's aus Solanum nigrum dargestellt.

So wie wir in der einfachen kugelförmigen Zelle die erste Bildungsstufe des Embryo's erkannten, so halten wir die Bildung dieser gröfseren Kugel für die zweite Entwikkelungsstufe des Pflanzenembryo's. Auf dieser zweiten Entwickelungsstufe nimmt der Embryo sehr häufig eine grünliche Farbe an, was besonders bei einigen Familien der Dicotyledonen sehr allgemein ist, wie z. B. bei den Caryophylleen, den Malvaceen, vielen Cruciferen, Leguminosen, bei Tropaeolum u. s. w. Der grünfärbende Stoff haftet hier der schleimigen, oft feinkörnigen Substanz, welche die Zellen in mehr oder weniger grofsen und stark condensirten Massen erfüllt; zuweilen sind selbst die Zellenkerne grünlich gefärbt, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dafs dieser grüne Farbestoff mit dem Chlorophyll identisch ist. An den Embryonen dieser Entwickelungsstufe habe ich mehrmals ähnliche Beobachtungen zu machen Gelegenheit gehabt, als Herr Schleiden kürzlich an einem sehr grofsen Embryo der Schotia latifolia *) angestellt hat, sie werden nämlich mitunter durch Jodine blau gefärbt, und diese Färbung erstreckt sich mehr oder weniger allgemein über die festen und flüssigen Theile des kleinen Embryo's, so wie auch mehr oder weniger grofse Massen der condensirten Substanzen des noch flüssigen, den Embryo umgebenden Eiweifskörpers blau gefärbt werden.

---

*) Poggendorff's Annalen der Physik. 1838. pag. 398.

Diese Beobachtungen habe ich schon seit mehreren Jahren gemacht, habe aber denselben keine so grofse Wichtigkeit beigelegt, indem, wie ich es im zweiten Bande dieses Buches überall nachzuweisen gesucht habe, die Uebergänge zwischen Zucker, Schleim, Gummi und den Abarten der Stärke, bei dem Ernährungs- und Bildungsprozesse der Pflanzen so überaus häufig zu beobachten sind, und auch nach dem heutigen Standpunkte der Phytochemie ebenso leicht zu erklären sind, als die Oxydationen und die Desoxydationen der verschiedenen Metalle. Doch ist hiebei noch zu bemerken, dafs die blaue Färbung jener Substanzen durch Jodine noch nicht erweist, dafs die ganze Masse aus Amylum besteht, denn schon die kleinste Quantität des gelösten Amylum's wird eine so allgemeine blaue Färbung verursachen.

Wenn der junge Embryo seine zweite Entwickelungsstufe erreicht hat, so zeigt er abermalige Bildung kleiner Zellen innerhalb seiner gröfseren, und zu gleicher Zeit beginnt er seine Form zu veränderen; die Kugel streckt sich etwas in die Länge und erhält dadurch eine längere Achse, welche in der Achse des Eychen's gelegen ist, mit dem einen Ende, dem Unteren, gegen die Mikropyle und mit dem entgegengesetzten, dem Oberen, nach der Chalaza zu. An dem unteren Ende entwickelt sich das Würzelchen, an dem oberen die Cotyledonen u. s. w. In Bezug auf die Entwickelung der Cotyledonen und des Würzelchens verhält es sich bei den Embryonen verschiedener Gattungen sehr verschieden; oft kann man, wie z. B. bei der Capsella ganz bestimmt behaupten, dafs die Bildung der Cotyledonen an dem oberen Ende des Embryo's zuerst erfolgt, in anderen Fällen dagegen, wie z. B. bei der Draba verna, zeigt sich mit dem ersten Auftreten der Cotyledonen am entgegengesetzten Ende eine kleine Spitze (a Fig. 24. Tab. XIII.), welche die Anlage zur künftigen Wurzel ist.

Gleich bei der Umbildung der Embryokugel in die spätere Form des Embryo's, zeigen sich bei verschiedenen Gewächsen die grofsen Abweichungen, welche zur Auf-

stellung der natürlichen Abtheilungen der Gewächse Veranlassung gegeben haben; bei einer grofsen Reihe von Pflanzengattungen entwickelt der Embryo ein einzelnes Keimblatt, während der Embryo anderer Gattungen zwei Keimblätter entwickelt. Obgleich sich die Entwickelung der Embryonen der Monocotyledonen ganz ähnlich denjenigen der Dicotyledonen verhält, so herrschen über jene noch sehr verschiedene Meinungen, daher ich zuerst von der Entwickelung des dicotyledonischen Embryo's handeln will, indem wir hierüber endlich wohl einer und derselben Meinung sein könnten.

An dem Embryo der Capsella Bursa pastoris, welcher, in Fig. 17. Tab. XIII. dargestellt ist, sehen wir an dem oberen Ende in c, c, zwei blattartige Auswüchse entstehen, welche sich allmälich in der Art verändern, dafs sie die Form wie in c, c, Fig. 18. ebendaselbst erhalten; einige Zeit später zeigt die Form dieses Embryo's noch gröfsere Veränderungen, indem sich die beiden blattartigen Auswüchse, welche die künftigen Cotyledonen sind, mehr in die Länge strecken und sich aneinander legen, wie es in Fig. 19. daselbst, nach einer schwächeren Vergröfserung dargestellt ist. Das erste Auftreten dieser Cotyledonen ist besonders gut in Fig. 24. ebendaselbst, an dem jungen Embryo der Draba verna zu sehen, es schiebt sich daselbst an dem oberen Ende der Embryokugel das Zellengewebe in b und c in Form zweier Hügel hervor, und in der Mitte beider ist noch keine Spur einer besonderen Bildung zu bemerken; auch an dem Embryo in Fig. 18, 19 und 20. ist hiervon noch nichts bemerkbar, obgleich aus dieser Stelle (d in Fig. 18.) später die Entwickelung der ersten Knospe hervorgeht. Es ist auf diesen Gegenstand von verschiedenen Autoren grofse Wichtigkeit gelegt worden, selbst Herr Schleiden *) hat noch neuerlichst behauptet, dafs sich die Cotyledonen aus den Seiten der Kugel mit mehr oder weniger deutlichem Freibleiben der Spitze entwickeln, und nennt daher dieselbe das punctum vegeta-

*) Einige Blicke auf die Entwickelungsgeschichte etc. l. c. pag. 292.

tionis nach C. Fr. Wolff, mit welchem Namen dieser das Ende der Achse des Stammes belegte.

Mit dem Hervorwachsen der Cotyledonen ist zugleich eine Verlängerung der Achse des jungen Embryo's begleitet, welche durch Dehnung der Substanz der ursprünglichen Embryokugel hervorgeht, so dafs man jedenfalls die Ansicht festhalten mufs, dafs die Cotyledonen aus der Achse des Embryo's hervorwachsen; auch hat man nicht die kleinsten Gründe für die, leider gegenwärtig so allgemein herrschende Ansicht, dafs die Achse des Embryo's aus den verwachsenen Cotyledonen, oder wenigstens aus den verwachsenen Stielen dieser bestehe. Die Beobachtung zeigt ganz deutlich, dafs die Hügel, welche den ersten Ursprung der Cotyledonen darstellen, aus Zellengewebe bestehen, welches an diesen Stellen der Embryokugel ganz neu entwickelt wird; es ist nicht etwa ein Hervorschieben schon gebildeter Theile, sondern es ist die Bildung neuer, welche nach den der Art eigenen Bildungsgesetzen an bestimmten Stellen hervortreten und die dazu nöthige Nahrung aus der Substanz des Achsengebildes erhalten.

Die Entwickelung der Cotyledonen des Embryo's durch Hervorwachsen aus der Achse desselben ist eine, über allen Zweifel erhobene Thatsache, doch das Hervortreten derjenigen Stelle, aus welcher sich die erste Knospe des Embryo's, die Plumula entwickelt, findet erst nach mehr oder weniger vollständiger Ausbildung der Cotyledonen statt. Wollte man die Einwendung machen, dafs die Cotyledonen aus der Embryokugel hervorwachsen, und dafs an dieser, noch wenig oder gar nichts von einem Achsengebilde wahrzunehmen sei, dafs sich die Achse vielmehr erst nach der Ausbildung der Cotyledonen entwickele, so kann man mit Bestimmtheit erwiedern, dafs der Embryo am Schlusse der zweiten Entwickelungsstufe, bei vielen Monocotyledonen wenigstens, schon ein wirkliches Achsengebilde ist, und dafs bei den Dicotyledonen ebenfalls um die Zeit, wenn die Cotyledonen hervorwachsen die Kugel etwas in die Länge gestreckt ist.

An dem den Cotyledonen entgegengesetzten Ende des Embryo's entwickelt sich das Schnäbelchen (Rostellum), welches mehr oder weniger lang ist und in eine kegelförmige Spitze endet, die stets nach dem Mikropyl-Ende des Saamen's zu gelegen ist, und sehr lange Zeit hindurch am Embryoträger befestigt ist; erst wenn der Embryo eine gewisse Gröfse erreicht hat und sich sowohl in den oberen Theil des Embryosackes, als in den unteren hinein ausdehnt, wird der zarte fadenförmige Träger zerstört, und dann liegt der Embryo ganz lose, entweder nackt oder durch den Eyweifskörper umschlossen in der Saamenhöhle und geht seiner vollkommenen Entwickelung entgegen, welche meistens sehr rasch erfolgt.

Diese beiden Theile, das Schnäbelchen und die Cotyledonen, sind fast an allen jungen Embryonen der dicotyledonischen Pflanzen schon innerhalb des Saamen's zu unterscheiden, nur der Embryo der Gattung Cuscuta zeigt keine Cotyledonen, oder dieselben sind wenigstens sehr klein und treten erst bei völliger Entwickelung auf. Der dritte, sehr wesentliche Theil des dicotyledonischen Embryo's ist die Plumula oder das Federchen, welches ganz im Grunde zwischen der Basis der beiden Cotyledonen auftritt und nichts Anderes als die erste Knospe ist, aber sehr häufig bei dem Embryo innerhalb des Saamen's noch nicht ausgebildet ist. Wir haben die Entwickelung des Embryo's der Capsella Bursa pastoris, wozu die Abbildungen auf der 13ten Tafel befindlich sind, schon im Vorhergehenden verfolgt. An den Abbildungen in Fig. 17, 18, 19 und 20. sind das Schnäbelchen und die Cotyledonen sehr gut zu sehen, doch von der ersten Knospe ist noch keine Spur; dagegen kann man an den beiden letzteren Figuren bemerken, dafs unterhalb des Beginnes der Cotyledonen das obere Ende des Schnäbelchens, wie bei c, c, zu einem ziemlich starken Knoten anschwillt, und erst nach Ausbildung dieses Knotens ist die Entwickelung der ersten Knospe daselbst zu sehen.

Die monocotyledonischen Gewächse keimen, wie man

zu sagen pflegt nur mit einem Cotyledon- oder Saamenblatte, und bei einer sehr grofsen Anzahl derselben findet man dieses Saamenblatt schon am jungen Embryo entwickelt, bei vielen aber tritt der Embryo als ein einfaches cylindrisches oder gar kugelförmiges Gebilde auf, aus dem erst später, bei dem Keimen des Saamen's der Cotyledonen das Schnäbelchen und die Plumula hervorgebildet wird, doch gewöhnlich trifft man auch hier eine Spur von Spalte. Im Allgemeinen zeigt der Embryo der Monocotyledonen eben dieselbe Zusammensetzung, als der der Dicotyledonen, mit dem Unterschiede, dafs Ersterer nur einen Cotyledon entwickelt, doch sind die Abweichungen von der Regel bei den Monocotyledonen viel zahlreicher als bei den Dicotyledonen. Die Bildung des Cotyledon's an dem Embryo der Monocotyledonen geschieht ganz wie bei den Dicotyledonen; aus der Achse, dem künftigen Stengelchen, erhebt sich der Cotyledon als ein scheidenförmiges Blättchen, aus dessen Spalte seitlich die erste Knospe hervortritt, die bei einigen Familien, z. B. bei den Gräsern, stets so höchst ausgebildet ist, dafs sie schon im Saamen oft mehrere, grünlich gefärbte und deutlich entwickelte Blättchen zeigt. Und dieser ganze, in allen Theilen deutlich ausgebildete Embryo wird entweder von allen Seiten her von dem Eyweifskörper umschlossen, oder er liegt diesem zur Seite; Ersteres findet z. B. bei Oryza statt, Letzteres bei Secale u. s. w.

Nachdem wir dieses über die Entwickelung des Embryo's im Allgemeinen vorausgeschickt haben, gehen wir zur Betrachtung desselben in Bezug auf seine Lage und Form im Verhältnisse zum Eyweifskörper über, wodurch viele, für die systematische Botanik äufserst wichtige Charactere gedeutet werden können.

Das junge Pflänzchen, welches sich in Folge der Befruchtung innerhalb des Saamen's bildet, wurde von Malpighi Plantula genannt, Cäsalpin nannte es Corculum, worin ihm Linné und viele Andere gefolgt sind; Ludwig nannte es Plantula seminalis, aber der Name Embryo,

welcher zuerst von Adanson aufgestellt wurde, hat gegenwärtig für die Benennung des jungen Pflänzchen's im Eychen ebenso allgemeinen Eingang gefunden, als für den Foetus der Thiere.

Der Embryo ist entweder gerade (Embryo erectus) oder gekrümmt (E. curvus vel arcuatus); den ersteren Fall sieht man an der Nessel (Urtica urens) in Fig. 5. Tab. XIV., den zweiten dagegen bei Polygonum aviculare in Fig. 13. Tab. XIV. In Hinsicht der Lage kann der gerade Embryo auftreten als umgekehrt (E. antitropus), wie z. B. bei der Nessel, wo er mit der Wurzelspitze in dem Mikropyl-Ende und mit den Cotyledonen nach der Chalaza zu gestellt ist. Der aufrechtstehende Embryo (E. orthotropus) verhält sich eigentlich ganz ähnlich, nur folgt er der Richtung des Saamen's, wie bei Pyrus Malus. Der gekrümmte Embryo kommt bei geradläufigen Saamen, wie in der zuletzt angeführten Abbildung, wie auch bei gekrümmten und krummläufigen vor, den letzteren Fall (E. amphitropus) sieht man im Eychen der Capsella Bursa pastoris in Fig. 20. Tab. XIII.; sobald hier der Embryo in der Nucleus-Höhle die Länge der umgebogenen Hälfte des Eychen's erreicht hat, beginnt er sich zu krümmen, und schiebt sich bei zunehmender Vergröfserung in die Höhle der anderen Hälfte des Nucleus (von l bis kk Fig. 8.). In geradläufigen Saamen ist der gekrümmte Embryo stets länger, als die Achse des Saamen's und diese Länge ist bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden; bei dem gemeinen Knöterich (Polygonum aviculare) in Fig. 13. Tab. XIV. biegt sich der Embryo, so bald er eine gröfsere Länge erreicht hat, als die des Saamen's an der Basis vorüber und steigt an der entgegengesetzten Wand wieder hinauf. Wird der Embryo in solchen Fällen so lang, dafs seine Cotyledonen wieder zum Wurzelende desselben kommen, so nennt man ihn peripherisch (E. periphericus), und zwar erhält er diesen Beinamen in Bezug auf den Eyweifskörper, welcher von dem peripherischen Embryo eingeschlossen wird. Ist der Embryo nicht so lang und liegt er, wie z. B. bei

Polygonum (Fig. 11, 12 und 13. Tab. XIV.) dem Eyweifs-körper zur Seite, so wird er Embryo lateralis genannt, und dieser kann gekrümmt und auch gerade sein. Unter einem centralen Embryo (E. centralis) versteht man dagegen einen solchen, der in der Mitte des Eyweifskörper's zur Entwickelung kommt, wie es der Saame der Nessel in Fig. 6 und 8. Tab. XIV. so deutlich zeigt. In einigen seltenen Fällen weicht die Richtung des Embryo's im reifenden Saamen von der angegebenen ab, und es entsteht dadurch der Embryo heterotropus, transversalis und horizontalis, dem meistentheils mechanische Ursachen zum Grunde liegen.

So einfach sich die Zusammensetzung des Embryo's in den gewöhnlichen Fällen verhält, und so gewifs es ist, dafs der Embryo der Monocotyledonen eben dieselben wesentlichen Theile aufzuweisen hat, welche wir bei denjenigen der Dicotyledonen finden, so giebt es doch bei vielen Gewächsen so mannigfaltige Abweichungen in der Form und Lage der einzelnen Theile des Embryo's, dafs deren Deutung häufig die gröfsten Schwierigkeiten zeigt, daher auch eine grofse Reihe der mühesamsten Arbeiten über diesen Gegenstand erschienen sind. Herrn Tittmann's *) Schrift hat besonders viel für die Kenntnifs des monocotyledonischen Embryo's beigetragen, wenn darin auch mitunter eine unrichtige Deutung einzelner Theile vorkommt; aber meisterhaft in jeder Hinsicht ist Herrn Bernhardi's **) Arbeit über den entwickelten Embryo. Herr Bernhardi wählte die Untersuchung des entwickelten Embryo's und beobachtete denselben während und nach dem Keimen, wodurch die morphologische Deutung einzelner Theile des noch unentwickelten Embryo's gröfsere Bestimmtheit erreichte.

*) Ueber den Embryo des Saamenkornes und seine Entwickelung zur Pflanze. Dresden 1817.

**) Ueber die merkwürdigsten Verschiedenheiten des entwickelten Pflanzenembryo's und ihren Werth für Systematik. — Linnaea. 7ter Band. pag. 561 — 613.

Es ist aus den Handbüchern der Botanik hinreichend bekannt, wie vielfach verschieden man die einzelnen Theile des Embryo's benannt hat, und auch in der vorhin angeführten Abhandlung des Herrn Bernhardi findet sich hierüber eine ziemlich vollständige historische Nachweisung; er selbst sagt, dafs es für den Embryo im Saamen der Dicotyledonen kaum nöthig sein dürfte mehr als drei Haupttheile zu unterscheiden, nämlich: 1) Das Schnäbelchen (Rostellum), welches man auch Strünkchen (Caudiculus) nennen könnte, 2) die Cotyledonen oder Saamenblätter, welche nur selten mit einem Stiele versehen sind, selten fehlen oder blofs aus Stielen bestehen und 3) das Federchen (Plumula), welches bezeichnender das Knöspchen (Gemmula) genannt werden kann. Richard *) unterscheidet an dem ausgebildeten Embryo 4 besondere Theile, nämlich ausser den Cotyledonen und dem Knöspchen, noch das Stielchen (Cauliculus) und das Würzelchen (Radicula), und hierin stimme ich demselben bei, obgleich ich die von ihm gegebenen Definitionen dieser letzteren Theilchen nicht annehmen kann. Wir haben bei der Betrachtung der Entwickelung des Embryo's aus seiner zweiten Periode kennen gelernt, dafs sich die Kugel zu einem Achsengebilde ausdehnte, diese Achse ist der Stengel des Embryo's, er mag lang oder kurz sein; an dem oberen Ende desselben treten die Cotyledonen, und später die Knospe hervor, an dem unteren, dem Mikropylende dagegen verlängert sich dieselbe in eine kegelförmige Spitze, die sich später entweder unmittelbar zur Hauptwurzel verlängert, oder seitlich die Nebenwurzeln austreibt. Diese Spitze des Stengelchen's (Caudiculus vel cauliculus) kann man mit allem Rechte das Würzelchen des Embryo's nennen, denn so, wie die übrigen Theile desselben fast immer nur im Rudiment-Zustande vorhanden sind, was besonders von dem Knöspchen gilt, welches so-

*) Analyse der Frucht- und des Saamenkorns. Uebers. v. F. S. Voigt. Leipzig 1811. pag. 19.

gar sehr oft gänzlich fehlt, so verhält es sich auch mit dem Würzelchen, welches bald mehr bald weniger deutlich ausgebildet ist, aber erst nach dem Keimen des Saamen vollkommen bestimmt unterschieden werden kann. Die anatomische Untersuchung des Achsengebildes des Embryo's giebt keine Grenze zwischen dem Stengelchen und dem Würzelchen, wie dieses schon Herr Link *) an dem Embryo der Vicia Faba nachgewiesen hat; untersucht man dasselbe an ziemlich grofsen und der Ausbildung nahen Embryonen, so findet man es zusammengesetzt aus einer äufseren und sehr dicken Rindenlage, welche aus cubischem Zellengewebe besteht. Im Inneren dieses Rindenparenchym's findet sich eine kreisförmige Lage von zarten und langgestreckten Parenchym-Zellen, welche in ihrer Mitte eine cylindrische Masse eines dem Rindenparenchyme ähnlichen Zellengewebes einschliefsen und diejenige Stelle andeuten, an welcher künftig der Holzring auftritt. Ursprünglich besteht das Ganze aus einem cubischen und ziemlich regelmäfsigen Zellengewebe, und aus diesen kleinen Zellen bilden sich an den, der Art bestimmten Stellen die langgestreckten Röhren, indem sich die Zellchen selbst bis zu einer gewissen Länge ausdehnen, ihre übereinanderliegenden Querwände resorbiren und sich zu den längeren Röhren vereinigen; die einen verdicken sich durch Anlagerung neuer Membranen auf der inneren Fläche der Wände, die anderen durch Bildung blofser, mehr oder weniger dicht verlaufenden Spiralfasern, und diese stellen alsdann die Spiralröhren dar. In dieser Art geht die Structur durch das ganze Achsengebilde des Embryo's, und an dem Wurzelende desselben zeigt sich eben dieselbe Structur wie an den Spitzen der Wurzelzasern. Hiernach zeigte also die Structur keine Grenze zwischen dem eigentlichen Stengeltheile und dem Wurzeltheile des Schnäbelchen der übrigen Autoren, und erst die Beobachtung über das Verhalten dieser Theile während und nach

*) Grundlehren etc. 1807. pag. 237.

dem Keimen geben darüber Gewifsheit. Wir wissen gegenwärtig aber auch, dafs sich die Hauptwurzel von dem Stamme oder dem Stengel der Pflanzen nicht wesentlich unterscheidet, und dafs die Hauptwurzel immer als unmittelbare Verlängerung des Stammes zu betrachten ist, was denn auch durch die Beobachtung der Verlängerung des Schnäbelchen's des Embryo's während des Keimens bestätigt wird.

Herr Bernhardi hat zwar in seiner reichhaltigen Arbeit an dem Stengelchen des Embryo's den Wurzeltheil nicht besonders anerkannt, aber er sagt, dafs das Stengelchen (Strünkchen) in den aufsteigenden und in den absteigenden Theil zerfällt, was mit unserer, vorhin aufgestellten Ansicht offenbar ganz übereinstimmt, nur nenne ich den herabsteigenden Theil des Stengelchen's stets die Wurzel, und den aufsteigenden stets den Stengel. Verschiedene der ausgezeichnetsten Botaniker haben das Schnäbelchen des Embryo's bald für die Wurzel, bald für den Stengel der jungen Pflanze angesehen, wozu offenbar nur das verschiedene Verhalten dieses Theiles bei verschiedenen Pflanzen Veranlassung gegeben hat; so behauptet noch Herr Tittmann, dafs das Schnäbelchen bei der Keimung immer und ohne alle Ausnahme bis an die Cotyledonen zur wirklichen Wurzel wird, und das Stämmchen, welches sich zuweilen bei den Dicotyledonen unterhalb der Saamenblätter bildet, wäre erst Produkt der Keimung. Indessen Herr Bernhardi zeigte, dafs die Grenze zwischen dem absteigenden und dem aufsteigenden Theile des Schnäbelchen's, also zwischen der Wurzel und dem Stengel, in vielen Fällen ziemlich genau zu bestimmen ist, und er schlägt vor diesen Theil, oder vielmehr diese Grenze mit dem Namen Hals (Collum) zu bezeichnen, und wo sich dieser Theil mehr verwischt, daher weniger genau zu bestimmen ist, da sei es besser vom Schnäbelchen überhaupt zu sprechen, als einen Wurzelstock u. s. w. anzunehmen. Bei der gemeinen Bohne (Vicia Faba L.) ist fast das ganze Schnäbelchen als Wurzel zu betrachten, denn es wächst

nach Unten und treibt Nebenwurzeln; der Theil dagegen, aus welchem sich der Stengel bildet, ist sehr klein. Bei anderen Pflanzen dagegen, z. B. bei den Cruciferen, wohin auch der vielbesprochene Saamen der Gattung Raphanus gehört, wird fast das ganze Schnäbelchen zum Stengel und nur aus der unteren Spitze desselben bildet sich die Wurzel. Bei einigen Dicotyledonen, welche bei dem Hervorkeimen ihre Saamenblätter über die Erde hinausschieben, da ist das Stengelchen, welches von der, mehr oder weniger deutlich zu erkennenden Wurzel beginnt und sich bis zu den Cotyledonen erstreckt, oftmals mehrere Zoll lang, wenn es auch im umgekehrten Embryo zuweilen kaum zu unterscheiden war.

Die Bildung der Wurzel bei dem keimenden Embryo gab Richard *) die Veranlassung zur Aufstellung einer neuen natürlichen Eintheilung der Gewächse, welche in der That sehr scharfsinnig genannt werden kann. So wie Jussieu die Gewächse nach der Zahl der Cotyledonen ihrer Saamen eingetheilt hat, so stellte Richard 4 grofse Abtheilungen auf, deren unterscheidende Charactere aus dem Bau und der Entwickelungsweise der Wurzel des Embryo's geschöpft sind. Die Abtheilungen hiefsen: Anarhizae, Endorhizae, Synorhizae und Exorhizae; die Exorhizae fallen im Allgemeinen mit den Dicotyledonen zusammen, und bei ihnen entsteht die Wurzel aus der unmittelbaren Verlängerung des Schnäbelchen's. Die Endorhizen fallen mit den Monocotyledonen zusammen, bei ihnen bildet die innere Substanz der Spitze des Embryowürzelchen's ganz allein, ohne Beitritt der Corticalsubstanz, welche reifst oder zerstört wird, die Wurzel des keimenden Pflänzchen's, indem ein oder mehrere innere Knötchen zur Seite des Stielchen's heraustreten. Die Synorhizen fielen mit den Polycotyledonen zusammen und die Anarhizen mit den Acotyledonen. Man fand jedoch sehr bald, dafs diese neue Eintheilung nicht so brauchbar als die nach

*) l. c. pag. 199.

der Zahl der Cotyledonen war, und dafs man bei derselben noch weit mehr Ausnahmen aufzuführen hatte, als bei der Jussieu'schen Eintheilung. Bei den Monocotyledonen ist zuweilen dasjenige Ende des Stengelchen's, aus welchem sich die Würzelchen bei der keimenden Pflanze entwickeln, mehr oder weniger dick und fast kugelförmig angeschwollen, man kann es mit einem Wurzelstocke vergleichen, aus welchem dann beim Keimen die Würzelchen hervortreten. Richard nannte einen solchen Embryo grofsfüfsig (E. macropodus), er kommt nur bei Wasserpflanzen vor, als bei Potamogeton, Zanichellia, Alisma u. s. w. aber es war ein grofser Fehler auch die Saamen der Gräser hiemit zusammenzustellen, bei denen man den Eyweifskörper für ein solches verdicktes Wurzelende ansehen wollte. Bei den grofsfüfsigen Embryonen nannte Richard das dicke Ende, welches dem dünneren zum Träger dient, den Hypoblast (Wurzelkuchen) und den eigentlichen Embryo Blastus; Benennungen, welche gegenwärtig nicht mehr so allgemein im Gebrauche sind.

Gegen jene Richard'sche Eintheilung der Gewächse hat man von allen Seiten her geschrieben; in Deutschland wurde sie besonders durch Herrn Link beseitigt, und Herr De Candolle *) macht die sehr richtige Bemerkung, dafs man den Embryo jeder exorhizen Pflanze durch Abschneiden des Endes der Radicula zu einem endorhizen machen könne, indem man dieselbe dadurch zwingt Seitenwürzelchen hervorzutreiben.

Bei mehreren Saamen aus der Abtheilung der Monocotyledonen und der Dicotyledonen tritt das Würzelchen bei dem Keimen aus der Tiefe hervor, und hebt die darüber liegenden oberen Zellenschichten mit in die Höhe, welche dann entweder von der unteren Partie abgerissen werden und in Form eines Hütchen's auf der Spitze des Würzelchen's liegen bleiben, oder es entsteht in diesen überliegenden Zellenschichten eine Spalte, aus welcher das Wür-

*) Organographie végét. II. pag. 93.

zelchen hervortritt. Herr Bernhardi hat diesen Vorgang bei dem Keimen an Raphanus Saamen sehr gut beobachtet; es platzt hier die ganze Scheide, welche das Stengelchen als Rinde umgiebt, und bei der fortschreitenden Verdickung desselben trennt sie sich immer mehr, bis auf zwei Lappen, welche noch oben am Stengel sitzen bleiben. Auch bei den Gattungen Polygonum, Alsine und Colutea beobachtete Herr Bernhardi ähnliche Erscheinungen, und ich sah an dem keimenden Saamen der Lemna das Wurzelspitzchen vollständig mit einem Wurzelhütchen umschlossen. Herr Bernhardi macht den Vorschlag diese scheidenbildende Zellenlage des Stengelchen's mit dem Namen Coleocormus zu bezeichnen und ich glaube, dafs man dieselbe bei dem Embryo einer gröfseren Menge von Pflanzen finden wird, wenn darauf besonders geachtet werden möchte, denn die Sache verhält sich ziemlich ähnlich wie mit der Häutung der Wurzelzasern, wovon im 2ten Theile dieses Buches die Rede war; sie tritt auf und kann fehlen, kann sich zuweilen wiederholen und zuweilen ziemlich regelmäfsig gestalten, ist aber nicht wesentlich nöthig, denn selbst die Würzelchen von Pflanzen, bei denen man das Wurzelhütchen als Regel angiebt, als bei Lemna, Azolla u. s. w. zeigen dasselbe zuweilen nicht. Auch kommt es bei dem Würzelchen des keimenden Embryo's vor, was wir schon an den Wurzelzasern der ausgewachsenen Pflanzen nachgewiesen haben, dafs die gelösten Wurzelhäutchen, wenn sie nach oben mit der feststehenden Epidermis der Wurzel verbunden sind, durch die nun an der Spitze sich verlängernde Wurzel durchbrochen werden und dann endlich seitlich als Lappen umherhängen.

Eine speciellere Betrachtung über das Auftreten der Cotyledonen des Embryo's mufs uns von besonderem Interesse sein, da unsere, gegenwärtig ziemlich ganz allgemein angenommene natürliche Eintheilung der Gewächse gerade auf diesen Theilen des Embryo's beruht, und es nöthig ist den Werth der Gründe gehörig würdigen zu können, welche man so häufig dagegen aufgestellt hat.

Anton Lorenz von Jussieu theilte zuerst die Gewächse in drei grofse Abtheilungen, und nahm die Anwesenheit oder das Fehlen, so wie die Anzahl der Cotyledonen des Embryo's zum Princip der Eintheilung. Die Acotyledones umfassen diejenigen Pflanzen, deren Saamen, wie man allgemein zu sagen pflegt, ohne Embryo ist, daher an demselben auch keine Cotyledonen vorhanden sein können. Es gehören hierher alle diejenigen Pflanzen, welche Linné zu seiner grofsen 24sten Klasse, nämlich zu den Cryptogamen brachte, die alle Gewächse umfafste, an welchen die Geschlechts-Organe oder Fructificationsorgane nicht sichtbar wären. Die Monocotyledones umfassen diejenigen Gewächse, deren Embryo mit einem einzigen Saamenblatte keimt, während die Embryonen der Dicotyledones zwei Saamenblätter aufzuweisen haben. Zu dieser letzteren Abtheilung wurde die kleine Gruppe der Polycotyledones gebracht, deren Saamen mit vielen Saamenblättern keimen sollen, man hat aber seitdem vielfältig beobachtet, dafs hier die Zahl der Saamenblätter nicht regelmäfsig ist, dafs ferner einige Gattungen dieser Familie mit vielen, quirlförmig gestellten Saamenblättern keimen, während die anderen, dicht daneben stehenden nur wie gewöhnlich zwei Saamenblätter zeigen, und dafs ferner auch in allen denjenigen Fällen, wo viele Saamenblätter auftreten, dennoch mehr oder weniger deutlich eine Theilung derselben in zwei besondere Hälften zu beobachten ist.

Die hauptsächlichsten Einwürfe, welche man gegen diese natürliche Eintheilung der Gewächse nach der Zahl der Cotyledonen gemacht hat, sind folgende: Man glaubte beobachtet zu haben, dafs der Embryo mehrerer Gewächse, welche der Structur nach, so wie ihrem ganzen Habitus nach, unbestreitbar zu den Dicotyledonen gehören, dennoch ganz ohne alle Cotyledonen auftritt, und die erste Knospe an der Spitze des Stengelchen's entwickelt, wie z. B. bei Cuscuta, Cyclamen u. s. w. Bei anderen Gewächsen, wie z. B. bei Trapa natans, welche ebenfalls entschieden zu den Dicotyledonen gehört, soll der Embryo nur einen Co-

tyledon zeigen. Ja bei einer grofsen Menge von monocotyledonischen Embryonen ist, so lange sie im Saamen eingeschlossen sind, keine Spur eines Saamenblattes zu sehen u. s. w. Mehrere von diesen Einwürfen sind allerdings gegründet, doch wenn man diese Fälle fleifsig betrachtet, und sie in allen ihren Bildungsperioden verfolgt, so wird man, meistens sehr allgemein bestätigt finden, dafs die Zahl der Cotyledonen in einem sehr genauen Verhältnisse zur inneren Structur der Pflanzen steht. Vor Allem mufs man den, schon von Herrn Link aufgestellten Satz beachten, dafs der Embryo im Saamen entweder entwickelt oder unentwickelt, oder auch halb entwickelt vorkommt, man mufs daher einen jeden Embryo, der mehr oder weniger auf seiner zweiten Bildungsstufe stehen geblieben ist, auch während und nach dem Keimen beobachten. An dem Embryo der Gattung Cuscuta finden sich die beiden Cotyledonen schon innerhalb des Saamen's als kleine Hervorragungen, und mehr kann man hier auch nicht verlangen, denn die ausgebildeten Pflanzen dieser Gattung haben die Blätter ebenfalls nur im Rudimentzustande aufzuweisen. Der Embryo im Saamen von Cyclamen ist ebenfalls ungetheilt und zeigt keine Spur von Saamenblättern; Gaertner will allerdings einmal vollständig ausgebildete und getrennte zwei Cotyledonen an einem solchen Embryo gesehen haben. Herr Bernhardi stellt den Embryo von Cuscuta mit Dodecatheon Media zusammen, welches auf ähnliche Weise wie Delphinium fissum keimt; es treibt nämlich zwei verwachsene Cotyledonenstiele mit zwei Cotyledonen aus der Erde hervor, während sich das Stengelchen in der Erde etwas verdickt, und erst später treibt aus den verwachsenen Cotyledonenstielen das Federchen hervor. Man kann aber nicht beistimmen, wenn Herr Bernhardi die Spitze dieses Embryo's von Cuscuta, als zwei verwachsene Cotyledonenstiele ansieht, denn einmal wachsen immer die Blätter zuerst, und dann kommt es zur Entwickelung der Blattstiele, und zweitens haben wir schon vorläufig kennen gelernt, dafs eine solche Praeexistenz der Blätter

und ihrer Stiele weder in dem Stengelchen des Embryo's noch in dem Stengel der erwachsenen Pflanzen anzunehmen ist.

In anderen Fällen sind die Cotyledonen nur mit ihrer Basis mehr oder weniger vollkommen verwachsen, wie es sich besonders häufig bei den Umbellaten zeigt, wo man zu sagen pflegt, dafs nur die Cotyledonenstiele verwachsen sind; ja bei einigen Gattungen, als Ferulago ist die, durch Verwachsung der Cotyledonenhäute entstandene Scheide, aus welchen später das Federchen hervortritt, sehr lang. Besonders merkwürdig verhalten sich jedoch einige Arten von Corydalis, und Bunium Bulbocastanum unter den Umbellaten, die Saamen dieser Gewächse keimen mit einem einzelnen Cotyledon, was Herr Berhardi durch Fehlschlagen des anderen erklärt.

Besondere Beachtung verdient die ungleiche Entwickelung der Cotyledonen, welche bei einigen Gewächsen sehr regelmäfsig auftritt, und schon zu vielfachen Deutungen Anlafs gegeben hat. Das merkwürdigste Beispiel zeigt in dieser Hinsicht unsere gemeine Wassernufs (Trapa natans); die Keimung der Saamen dieser Pflanze ward von verschiedenen Botanikern beobachtet und Tittmann erklärte dieselbe für eine monocotyledonische. Herr De Candolle*) erkannte jedoch sehr richtig, dafs Trapa natans zu den Dicotyledonen gehört, und dafs die beiden Cotyledonen des Embryo's in Hinsicht ihrer Gröfse in einem aufserordentlichen Mifsverhältnisse stehen, doch ebenfalls gegenüber gestellt sind, ganz wie bei den übrigen Dicotyledonen. Der eine Cotyledon dieses Embryo's ist sehr grofs, gestielt und reich an Amylum, der andere dagegen findet sich nur im Rudimentzustande daneben sitzend. Herr De Candolle hat bei der Keimung dieses Embryo's die sehr interessante Bemerkung gemacht, dafs die Entwickelung der Nebenwürzelchen gerade auf derjenigen Seite der Radicula zahlreicher stattfindet, welche dem grofsen Cotyledon entspricht, was

*) Organogr. végét. II. pag. 107.

als eine Bestätigung der Ansicht gelten mufs, dafs der Nahrungsstoff zur Bildung jener Würzelchen in den Cotyledonen zubereitet und zur Radicula herabgeführt wird. Herr Bernhardi stimmt im Allgemeinen Herrn De Candolle's Deutung des Embryo's der Trapa bei, doch ist er der Ansicht, dafs der kleine rudimentäre Cotyledon nur ein Rudiment des cotyledonarischen Blattstieles sei; indessen aus verschiedenen Gründen scheint mir die vorige Deutung die richtigere, auch sind beide Cotyledonen an diesem Embryo in seinem frühesten Zustande von ziemlich gleicher Gröfse.

Dieses eigenthümliche Verhalten des Embryo's der Trapa natans führte mich zu Untersuchungen über die Entwickelung des einen Cotyledon's bei den Monocotyledonen, ob nämlich bei diesen Gewächsen nicht vielleicht gleichzeitig ein zweiter Cotyledon auftritt, der später vielleicht durch Verkümmerung in seiner Ausbildung gänzlich zurückbleibt; wegen der Gröfse des monocotyledonischen Embryo's im Allgemeinen, sind diese Beobachtungen nicht so leicht anzustellen, doch schien es mir, dafs man der gehegten Vermuthung mit Bestimmtheit widersprechen könne.

Die ungleiche Entwickelung der Cotyledonen ist jedoch nicht nur der Gattung Trapa eigen, sondern noch mehrere andere Gewächse zeigen diese Abweichung; so z. B. hat Herr Aug. de Saint-Hilaire eine auffallende ungleiche Cotyledonen-Entwickelung bei der Gattung Sorocea, einer Urticeen-Familie beobachtet, und ich finde, dafs der junge Embryo unserer gemeinen Brennnessel gar nicht selten ungleich grofse Cotyledonen zeigt, doch an dem jungen Embryo des Chenopodium viride scheint es sogar fast Regel zu sein.

Auch über den Embryo der Nymphaeen hat man sehr lange Zeit hindurch die unrichtigsten Ansichten verbreitet, was um so merkwürdiger ist, da bei diesen Gewächsen der fragliche Gegenstand sehr leicht zu beobachten ist, wenn man denselben an dem gehörigen Orte, nämlich an dem Mikropylende des Embryosackes sucht; in dem, mit dem Eyweifskörper gefüllten Embryosacke dieser Pflanzen

glaubte man einst den einzelnen Cotyledon zu erkennen, doch gegenwärtig ist auch dieser Einwand, welchen man gegen die Jussieu'sche Eintheilung der Gewächse machte, beseitigt. Bei dem Embryo einiger Gattungen, z. B. bei Aesculus und Eugenia sind, wie man sagt, die Cotyledonen mit einander verwachsen, und bilden eine einzelne, zusammenhängende Cotyledonenmasse, doch bei Aesculus ist nichts leichter als das Getrenntsein der Cotyledonen zu sehen. Bei den Gattungen Ebenus (cretica), oder bei der Pithoria giebt Herr De Candolle diese Verwachsungen der Cotyledonenblätter an den Seiten an, und zwar soll sie hier unregelmäfsig und gleichsam rein zufällig sein. Auffallende Verwachsungen an der Basis zeigen sich an dem Embryo einiger Mesembryanthemum-Arten, wozu aber nicht Tropaeolum in Vergleich zu stellen ist; bei anderen Fettpflanzen, z. B. bei den Stapelien sind die Cotyledonen äufserst klein, ja kaum zu unterscheiden.

Durch Untersuchung einer grofsen Menge der verschiedensten Gewächse findet man also, dafs selbst die auffallendsten Abweichungen in dem Baue des Embryo's und dessen einzelner Theile, durch verschiedene Uebergangsstufen, welche verschiedene Gewächse darbieten, erklärt werden. Das allgemeinste Ergebnifs bei diesen Untersuchungen ist, dafs die Cotyledonen, sie mögen schon im Saamen ausgebildet sein, oder erst nach dem Keimen hervortreten, bei den Dicotyledonen entgegengesetzt stehen, dafs aber bei den Monocotyledonen der einzelne Cotyledon mit dem ersten, sich entwickelnden Blatte in abwechselnde Stellung zu stehen kommt. Cassini machte den Vorschlag die Monocotyledonen mit dem Namen der Anisodynamen oder Anisobryen zu bezeichnen, und die Dicotyledonen mit Isodynamen oder Isobryen, weil bei Letzteren die Kräfte, welche die Cotyledonen hervortreiben, gleich grofs sind, bei Ersteren dagegen auf der einen Seite stärker, als auf der anderen. Indessen es ist wahrlich nicht abzusehen, wefshalb diese Benennungen bezeichnender sein sollen, als die schon vorhandenen, denn Alles

was man gegen die Eintheilung in Monocotyledonen und Dicotyledonen zu sagen hat, das gilt auch gegen diese; auch wurde im Vorhergehenden auf mehrere Dicotyledonen aufmerksam gemacht, deren Embryo ungleich grofse Cotyledonen entwickelt.

„Mit Recht, sagt Herr De Candolle, hat man alle mit gegenüberstehenden oder quirlförmigen Cotyledonen versehenen Pflanzen zu einer einzigen Klasse vereinigt, und vielleicht hätte man ihnen einen passenderen Namen als den der Dicotyledonen geben können, indessen derselbe ist zu allgemein bekannt und nicht so sehr unrichtig, als dafs es sich der Mühe lohnte ihn abzuändern, nur mufs man sich wohl merken, dafs es nicht die Zahl, sondern die gegenseitige Stellung ist, worauf es wesentlich ankommt.“

In Hinsicht der Form, der Grösse und der Structur zeigen die Cotyledonen die gröfsten Verschiedenheiten: die der Dicotyledonen stehen bei ihrer Entwickelung stets mehr oder weniger weit auseinander, und diese Stellung bleibt mehr oder weniger lange, während sie sich bei einigen Pflanzen schon früh verändert, und die Cotyledonen alsdann mit ihrer inneren Fläche unmittelbar aufeinander liegen, möge die Fläche gleichmäfsig sein, oder möge sie gebuchtet, gekrümmt oder noch so mannigfach gefaltet sein. Die Form, die Lage, die Zusammenfaltung und alle übrigen Verhältnisse, welche die Cotyledonen zeigen, hat man, ganz wie bei den gewöhnlichen Blättern benannt, defshalb dieselben hier nicht weiter zu erörtern sind; auch findet man diesen Gegenstand in Herrn De Candolle's Organographie sehr gut auseinandergesetzt.

Linné belegte die Saamenblätter des Embryo's mit dem Namen der Cotyledonen *), weil dieselben, als mehr oder weniger concave oder ausgehöhlte Körper die erste Knospe einschliefsen, und diese Benennung hat alle früheren, als folia seminalia, valvae seminales (Jung) und

*) ἡ κοτυληδῶν.

lobi seminales (Gleichen) mit allem Rechte verdrängt. Es ist bekannt, dafs die Cotyledonen der meisten Pflanzen bei dem Keimen der Saamen über die Erde kommen, eine grüne Farbe annehmen, und mehr oder weniger lange ausdauern; bei einigen Pflanzen, z. B. bei Polygonum Fagopyrum, Fumaria officinalis u. A. m. zeigen sich nach Herrn Meisner's Beobachtung die Cotyledonen nicht selten noch während und selbst nach der Blüthe; Ersteres kommt auch bei Galium-Arten und ziemlich gewöhnlich bei den Cucurbitaceen vor. Die Cotyledonen der Euphorbia canariensis sah Herr De Candolle noch im zweiten Jahre. Alle diese Cotyledonen zeigen auf ihrer Oberfläche Spaltöffnungen, und zeigen in ihrem Inneren ähnliche erweiterte Intercellulargänge, ganz wie bei gewöhnlichen Blättern; dagegen diejenigen Cotyledonen, welche unter der Erde bleiben, keine grüne Farbe annehmen, keine Spaltöffnungen zeigen, aber stets von fleischiger oder mehliger Beschaffenheit sind, und auch fleischige Cotyledonen in der Kunstsprache genannt werden. Man hat den Satz aufgestellt, dafs die blattartigen Cotyledonen, welche über die Erde hinausgehen, im Allgemeinen bei den, mit einem Eyweifskörper versehenen Saamen zu finden sind, dagegen die fleischigen Cotyledonen gerade bei den eyweifslosen Dicotyledonen häufiger auftreten, doch scheine das Gegentheil bei den Monocotyledonen stattzufinden; aber fast überall zeigen sich Ausnahmen von dieser Regel. Ja bei Gattungen einer und derselben Familie kommen fleischige Cotyledonen vor, welche unter der Erde bleiben, wie bei Vicia Faba, und fleischige und blattartige Cotyledonen, welche über die Erde hinausgehen, als z. B. bei Phaseolus u. s. w.

Die Cotyledonen hat man nicht nur Saamenblätter genannt, sondern man hat sie auch in ihrer Bedeutung mit den übrigen Blättern der Pflanze gleichgestellt, wozu weniger die Form, als die Structur und das übrige Verhalten derselben Veranlassung gegeben hat; ja man hat eine Menge von Gründen aufgestellt, welche es erweisen sollen, dafs die Cotyledonen gewöhnliche Blätter sind;

doch diese Gründe beweisen gerade nur ebenso viel, als jene, welche man für die allgemein herrschende Ansicht aufgestellt hat, dafs Blumenblätter und Staubfäden etc. ebenfalls nur modificirte Blätter sind. Meiner Ansicht nach sind die Cotyledonen nichts anderes als Cotyledonen, und diese treten als blattartige Auswüchse auf, welche mit den gewöhnlichen Blättern der Pflanzen in vieler Hinsicht grofse Aehnlichkeit zeigen, und zur Ernährung des jungen Pflänzchen bestimmt sind, worüber schon im 2ten Theile dieses Buches pag. 320 die Rede war. Die Zahl der Charactere, durch welche sich die Cotyledonen von den gewöhnlichen Blättern unterscheiden, ist dagegen auch nicht klein, und besonders auffallend ist die Stellung derselben bei den Dicotyledonen, wo sie gegenüberstehend sind, wenn auch die übrigen Blätter der Pflanze alterniren, und zwar geschieht hier der Wechsel in der Stellung bald plötzlich, so dafs die Cotyledonen vollkommen opponiren, während die nächsten wirklichen Blätter sogleich alterniren; in anderen Fällen, sagt Herr De Candolle in seiner Organographie, findet hierin ein allmäliger Uebergang statt, welcher zeigt, dafs die abwechselnde Stellung der Blätter eine von der Entwickelungsweise abstammende Ausartung ist.

Die wichtigste Einwendung, welche man gegen Jussieu's natürliches Pflanzensystem zu machen hat, ist die, dafs die Farrnkräuter, deren Structur und Entwickelung im Allgemeinen mit derjenigen der Monocotyledonen übereinstimmt, wie ich es im ersten Theile nachgewiesen habe, dafs diese Gewächse mit so unvollkommenen Saamen auftreten, dafs in denselben nicht einmal besondere Embryonen und daher auch keine Cotyledonen enthalten sind, wefshalb man sie zu den Acotyledonen stellen mufste, mit welchen sie ihrer Structur nach allerdings nicht zusammengehören. Es ist auch keineswegs zu rechtfertigen, wenn man die Saamen der Farrn etwa als freie Embryonen ansehen wollte, deren Cotyledon erst bei dem Keimungsakte entwickelt würde. Denn wir werden es später kennen lernen, dafs die Bildung der Farrnsporen ganz

ähnlich denjenigen der Sporen der Moose erfolgt; auch sind es hohle Bläschen, gleichsam Embryonen in der ersten Entwickelungsperiode, welche mit einer zweiten, mehr oder weniger zusammengesetzten Haut umschlossen sind, was bei den jungen Embryonen der Cotyledonar-Pflanzen nicht der Fall ist. Die Farrn bleiben also eine Familie, und zwar eine der gröfsten, welche in Jussieu's natürlichem Pflanzensysteme nicht natürlich gestellt werden können, was gegenwärtig allen Botanikern bekannt ist. Wir lernen hieraus abermals, dafs die Systeme, welche wir uns zur näheren Kenntnifs der Geschöpfe bilden, keineswegs diejenigen sind, nach welchen sich die Bildungen der Natur richten, und wir können zufrieden sein, wenn wir die Regeln kennen gelernt haben, nach welchen die Geschöpfe in der Natur aneinander gereiht sind; so verhält es sich bei den Pflanzen und ebenso bei den Thieren, überall zeigen unsere Systeme Ausnahmen. Es scheint mir Herrn De Candolle's Vorschlag, die Monocotyledonen in zwei Klassen zu bringen, nämlich in phanerogame und in kryptogame sehr annehmbar; zu letzteren könnte man dann die Farrn bringen.

Auch das Federchen oder die erste Knospe, bietet bei der Betrachtung des Embryo's mannigfache Verschiedenheiten dar, welche jedoch im Allgemeinen weit weniger wichtig sind, als die Charactere, welche die Cotyledonen und das Stengelchen und Würzelchen des Embryo's zeigen. Es ist schon eine, sehr auffallende Erscheinung, dafs das Federchen bei dem Embryo einiger monocotyledonischen Gattungen so auffallend weit ausgebildet ist, wie z. B. bei den Gräsern, während der Embryo anderer Monocotyledonen selbst im reifen Saamen gleichsam auf der zweiten Entwickelungsstufe zurückbleibt. Bei den dicotyledonischen Gattungen zeigt der Embryo in Hinsicht des Auftretens des Federchens ganz ähnliche Verschiedenheiten; bei einigen Gattungen ist es im Embryo des reifen Saamens schon ausgebildet, bei anderen dagegen entwickelt es sich erst während des Keimen's. So wie das Federchen

bei den Saamen der Monocotyledonen anfangs aus der geschlossenen Scheide des Cotyledon's hervorgeht, so wächst es bei den Dicotyledonen gewöhnlich aus dem Grunde zwischen den beiden Cotyledonen hervor, welche nur in seltenen Fällen daselbst scheidenförmig verwachsen sind; das erste Auftreten desselben ist schwer zu beobachten, aber es scheint, dafs sich die Spitze des Stengelchen's unmittelbar in ein kleines, konisches Köpfchen von Zellengewebe verlängert, und dafs dieses Köpfchen oder Wärzchen zur Seite der Basis die kleinen Blättchen entwickelt. Bei dem Embryo der Gattung Cuscuta, wo die Cotyledonen nur im Rudimente angedeutet sind, da wächst das Federchen unmittelbar aus der Spitze des Stengelchen's hervor.

Herr Bernhardi, der die Abweichungen, welche die Embryonen verschiedener Gattungen in Hinsicht ihrer Structur und ihres Keimen's zeigen, am ausführlichsten und gründlichsten gewürdigt hat, findet die Benennungen Monocotyleen und Dicotyleen, welche man gegenwärtig für die Jussieu'schen eingeführt hat, ebenfalls nicht hinlänglich bezeichnend, bemerkt aber auch, dafs es schwer hält Benennungen zu finden, welche den Unterschied ebenso treffend, als gefällig ausdrücken. Sehr passend sollen die Monocotyledonen Coleomonocotyleen und die Dicotyledonen Allocotyleen genannt werden; die erstere Benennung gründet sich auf die scheidenartige Bedeckung, welche das Federchen der Monocotyledonen zeigt, die letztere dagegen auf die mannigfachen Modificationen, welche die Cotyledonen in Form, Zahl und Stellung bei den Dicotyledonen zeigen. Lestiboudois hat schon früher eine Aenderung der Benennungen Monocotyledonen und Dicotyledonen in Endoptilen und Exoptilen vorgeschlagen, welche, dem Wesentlichen nach, mit der vorhergehenden Eintheilung zusammenfällt, nur sind die Benennungen von verschiedenen Theilen des Embryo's entnommen. Bei den Exoptilen soll das Federchen frei stehen, während es bei den Endoptilen in der Scheide, welche der Cotyledon bil-

det, eingeschlossen ist. Es kann jedoch aus den, im Vorhergehenden mitgetheilten Beobachtungen nicht mehr schwer fallen zu zeigen, dafs sich gegen diese Eintheilung ebenso viele Ausnahmen oder Abweichungen aufführen lassen, als gegen Jussieu's Eintheilung.

Auch in Bezug auf abnorme Entwickelung des Federchen's bei dicotyledonischen Embryonen, hat Herr Bernhardi in seiner, schon so oft genannten Abhandlung über den Embryo äufserst ausgezeichnete Fälle beschrieben; so zeigt der Embryo der Gattung Dentaria zwar zwei Cotyledonen, aber kein Federchen; es keimt mit einem einzelnen Cotyledon und einem sehr unvollkommenen Federchen hervor, bildet später im Verlaufe des Würzelchen's einen Knollen, welcher immer mehr zunimmt und im folgenden Jahre, nachdem alle übrigen Theile des Pflänzchens geschwunden sind, am oberen Ende ein Blatt treibt, welchem bald mehrere folgen; bei der Gattung Corydalis bleibt jenes erste Blatt im ersten Jahre ganz allein. Aehnlich verhält sich, nach Herrn Bernhardi's Beobachtungen, auch das Keimen von Leontice altaica und vesicaria, wo im zweiten Jahre aus dem Knollen ein Blatt und, wenn dasselbe die gehörige Gröfse erreicht hat, auch ein blühender Stengel hervortritt; der Embryo von Leontice hat übrigens deutlich ausgebildete und abstehende Cotyledonen. In einigen Saamen sind die Cotyledonen verwachsen und hier wächst das Federchen oder die erste Knospe aus der Basis der, zu einer Scheide verwachsenen Cotyledonen seitlich hervor, wie bei vielen Umbellaten und einigen Delphinium-Arten. Nach Bernhardi's Beobachtung sind die Cotyledonen bei Delphinium puniceum bald verwachsen, bald mehr oder weniger getrennt, während sie sich bei Delphinium fissum und ochroleucum immer vollkommen verwachsen zeigen, daher sich hiernach die Bildung des Federchen's richtet; welches bald aus der Mitte des Ansatzpunktes der Cotyledonen, bald zur Seite der, durch die Verwachsung zurückgebliebenen Scheide hervortritt.

Als allgemeine Regel ist anzunehmen, dafs jeder Em-

bryo nur ein Knöspchen und zwar zwischen oder über den Cotyledonen bildet, und diese erste Knospe ist es, welche das Federchen genannt wird und als Terminalknospe auftritt. Es kommt aber auch zuweilen vor, dafs neben dem Federchen noch zwei Axillarknospen auftreten, welche freilich, wie Herr Meisner in der Uebersetzung von De Candolle's Organographie végétale *) sehr richtig bemerkt, weniger in den Achseln, als auf der Basis der Cotyledonen sitzen. Dieses Auftreten der Knöspchen kann nicht mehr befremden, denn es kommt auch an den wirklichen Blättern sehr häufig vor. Durch die Herrn Roeper und Bernhardi ist zuerst darauf aufmerksam gemacht, dafs der Embryo bei verschiedenen Pflanzen, als z. B. bei den Gattungen Euphorbia und Linaria nicht nur das Federchen zwischen den Cotyledonen treibt, sondern auch noch unterhalb der Cotyledonen ein oder mehrere Knöspchen hervorschickt. Besonders interessant ist Herrn Bernhardi's Beobachtung bei vielen Linaria-Arten, wo sich die Zahl dieser Seitenknospen, welche nicht unterhalb der Cotyledonen sondern an der Basis des Stengelchens hervortreten, nach dem üppigen Wachsthume der Pflänzchen richtet, während sich in der Achsel der Cotyledonen niemals ein zweiter Trieb entwickelt.

Schliefslich kommen wir nochmals auf die morphologische Deutung des Embryo's zurück, um das Auftreten des ersten Knoten's näher zu beleuchten, worüber selbst bei den ausgezeichnetsten Botanikern unserer Zeit so äufserst verschiedene Ansichten herrschen, wie es z. B. die beiden meisterhaften Abhandlungen von den Hrn. E. Meyer **) und Bernhardi zeigen, welche zu gleicher Zeit und in einem und demselben Bande der Linnaea (1832) erschienen. Herr Meyer ***) lehrt, dafs sich das Stengelchen, als das erste Internodium aus dem Cotyledonenkreise hervorzieht und zugleich bilde sich der Hals, welchen wir früher pag. 346

*) II. pag. 88.

**) Die Metamorphose der Pflanzen und ihre Widersacher.

***) l. c. pag. 414.

kennen gelernt haben, zwischen Stengelchen und Würzelchen, und dieser Hals sei als der erste Knoten anzusehen. Hals oder Knoten, Stengelchen oder Internodium und Cotyledonarkreis machen hiernach das einfache Pflänzchen des Embryo aus. Ich kann dieser Ansicht keinesweges beistimmen, denn die Beobachtung des sich entwickelnden Embryo's lehrt, dafs mit dem Hervorsprossen der Cotyledonen zugleich eine Streckung der Embryokugel und somit die Bildung des Stengelchen's als die Hauptachse stattfindet; demnach man wohl sagen kann, dafs die Cotyledonen aus den Seiten der Spitze der Achse hervorwachsen, aber keineswegs, dafs die Achse aus dem Cotyledonenkreise hervorgezogen werde. Wenn man den Stengel der Pflanzen als zusammengesetzt aus verschiedenen, mehr oder weniger selbstständigen Gliedern betrachtet, so ist natürlich die morphologische Deutung dieser Glieder sehr wichtig; Herr Meyer glaubt, dafs ein jedes Glied gleich der Embryopflanze aus Knoten, Internodium und Blattkreis bestehe und sie alle bilden sich aus einer morphologischen Einheit, die wir im weitesten Sinne des Wortes das Blatt nennen dürfen. Wir haben jedoch im Vorhergehenden die Bildung des Embryo's so vollständig nachgewiesen, dafs, wie ich glaube, kein Grund aufzufinden ist, der uns zu dieser Annahme berechtigt; und auch die Entwickelung der Knospen lehrt, dafs Stengel und Blatt stets wesentlich verschiedene Theile sind, dafs also der Satz „die ganze Pflanze ist ein allgemeines Blatt" keineswegs mit der Natur übereinstimmt. Die Knospe der Pflanzen, sagt Herr Meyer*) besteht nur aus Blattkreisen und aus nichts anderem; jeder Blattkreis stehe mit dem vorhergehenden an seiner Basis in Verbindung und daher fehle es auch hier nicht an einer gemeinsamen Achse, doch dieses sei kein eigenes Organ. Diese Annahme, welche so grofsen Beifall gefunden hat, dient ebenfalls zur Begründung der Hypothese, nach welcher der Stengel oder die Achse der Pflanze aus den Blättern hervorgebildet wird. Andere Botaniker sind

*) Linnaea. VII. pag. 411.

der Meinung, dafs jede Knospe eine besondere Achse habe, dafs aber weder die Blätter noch die Achse das Vorherrschende sei, sondern dafs sich beide Theile zugleich bilden, auf diese Weise entgehen sie dem gefährlichen Streite, der sich gegenwärtig über diesen Gegenstand erhebt. Meiner Ansicht nach darf hier nur die reine Beobachtung der Natur entscheiden, und diese zeigt, freilich nicht immer so deutlich, wie man es zu haben wünscht, dafs sich die Blätter aus der Seite der sich verlängernden Achse hervorbilden. Ich habe im Vorhergehenden verschiedene Fälle angeführt, wo dieses mehr oder weniger deutlich zu sehen ist, und hier führe ich nur noch die Knospen von Ceratophyllum auf, an welchen nichts deutlicher zu sehen ist, als das Hervorsprossen der Blätter aus den Seiten der Achse, oft noch weit entfernt von der Spitze derselben.

Herr Bernhardi *) giebt von jenem Gegenstande eine ganz andere Deutung, der ich im Allgemeinen vollkommen beistimmen möchte; er findet es unstatthaft im Halse regelmäfsig den ersten Knoten, den sogenannten Lebensknoten zu suchen, denn dieser dürfe nur da angenommen werden, wo sich die erste Knospe bildet. Die Knoten seien überhaupt die Verbindungsorgane zwischen je zwei Gliedern einer Pflanze und daher die Zahl derselben gleich der Zahl der Glieder weniger 1. Das junge Pflänzchen oder der Embryo, meint Herr Bernhardi und dieses ist reine Naturbeobachtung, bedarf defshalb auch keines Knoten's, aber es sei das Geschäft desselben einen solchen zu erzeugen um die Ansetzung eines zweiten idealen Individuum's möglich zu machen, dessen ersten Ansatz das Federchen darstellt. Ueber die Entstehung des Knoten's durch die Verwachsungen der Spiralgefäfse u. s. w. fehlen noch genaue Untersuchungen.

Die Veränderungen, welche die Eyhüllen nach erfolgter Befruchtung des Eychen's eingehen, sind überaus mannigfaltig, deren Betrachtung jedoch nicht mehr zum Zwecke dieses Buches gehört.

*) l. c. pag. 569.

Viertes Capitel.

Von der Bastardzeugung.

Die Bastardzeugung, wie sie bei den Thieren vorkommt, finden wir auch bei den Pflanzen, und daher hat man schon seit der frühesten Zeit, als die Geschlechts-Verschiedenheit bei den Pflanzen angenommen wurde, gerade die Bastardzeugung unter den Pflanzen als eine der wichtigsten Beweisgründe für das Geschlecht der Pflanzen anerkannt, und in der That, nichts war treffender als dieses, denn die Entstehung der Bastarde bei den Thieren setzt immer die geschlechtliche Vermischung zweier verschiedenen Arten voraus.

Bastardpflanzen nennt man solche Pflanzen, die aus Saamen entstanden sind, deren Mutterpflanze durch den Blumenstaub einer anderen Pflanzenart befruchtet ist.

Die Bastardzeugung bei den Pflanzen ward schon von Camerer *) vermuthet, doch bald darauf ward sie von Bradley **), nämlich 1726, vollständig behauptet. Er gab an, dafs man zuerst nur zwei Varietäten von Aurikeln, nämlich die gelbe und die schwarze in England gehabt habe, welche aber mit einander vereinigt Saamen gegeben hätten, welche die übrigen Varietäten hervorbrachten. Bradley spricht sich hierüber ganz klar aus, er glaubte, dafs der Pollen durch die Luft von einer Pflanze zur anderen getragen würde, und dafs auf diese Weise die vielen Varietäten entstanden wären, welche wir täglich an Blumen und an Früchten wahrnehmen. Dann führt Bradley die Bastardbildung an, welche aus Saamen hervorgegangen war, die der berühmte Gärtner Fairchild zu Hoxton, durch Bestäubung zweier Nelken erhielt, der Carnation (Dianthus Caryophillus) mit dem Pollen des Sweet William (Dianthus barbatus); wodurch also schon zu jener Zeit die Bastard-

*) De sexu plantarum. Tübingen 1694. 8.

**) New Improvements of planting and gardening etc. The seventh Edit. London 1739. pag. 17.

bildung bei den Pflanzen erwiesen war. Linné *) behauptete erst im Jahre 1744, und wahrscheinlich nur folgend den Erfahrungen der Gärtner, dafs die Bastardzeugung auch bei den Pflanzen vorkomme, denn die geflammten Tulpen entständen durch geschlechtliche Vermischung verschiedenfarbiger Spielarten. Auch die verschiedenfarbigen Kohlarten führt Linné an, welche gleichfalls Beweise dafür geben, wenn sie unter einander vermengt ständen. So soll der weifse Kohlkopf, wenn er neben dem rothen Kohlkopfe steht, nicht selten Saamen bringen, aus welchen wieder rothe hervorgehen. J. G. Gmelin hatte zwei Delphinium-Arten aus Sibirien mitgebracht, welche im botanischen Garten zu Petersburg gezogen wurden, und später zeigten sich 5—6 Delphinium-Arten, welche er unterscheiden konnte; Linné vermuthet, dafs diese Mehrzahl durch Bastardzeugung hervorgegangen sei. Doch Linné widmete auch fernerhin seine Aufmerksamkeit immer mehr den Bastardpflanzen, denn er erkannte gewifs sehr wohl, dafs gerade hierin der unumstöfslichste Beweis für die, von ihm so allgemein behauptete Theorie von der Geschlechts-Verschiedenheit bei den Pflanzen zu finden sei. Im Jahre 1751 behauptete Linné **) die Bastardzeugung bei den Pflanzen mit aller Bestimmtheit, er führte eine sehr grofse Menge von Beispielen auf, welche seine Angabe erweisen sollten, doch hat es sich später gezeigt, dafs wohl nur einige wenige dieser Beispiele, als richtig angesehen werden können. Linné sah nämlich die Entstehung der Verbena tetrandra aus der Vermischung der Verbena hastata und Verbena spuria u. s. w. Später beobachtete Linné ***) den schönen Bastard von Verbascum Thapsus und Verbascum Lichnitis und endlich erzeugte er selbst †) einen Bastard durch Befruchtung von Tragopogon

*) De Peloria. — Amoenitat. acad. Edit. Schr. I. pag. 70.

**) Plantae hybridae. — Amoenit. acad. III. pag. 25.

***) Amoenitat. acad. VI. pag. 293.

†) S. Disquisitio de sexu plantarum. — Amoen. acad. Tom. X. pag. 126.

porrifolius mit Blumenstaub von Tragopogon pratensis, und glaubte den Satz aufstellen zu können, dafs bei den Bastardpflanzen die innere Pflanze oder die Fructification der Mutter ähnlich sei, dafs aber die äufsere Pflanze die Form des Vaters annehme *), doch diese Ansicht ist durch spätere Beobachtungen widerlegt worden.

Im Jahre 1761 trat endlich Koelreuter**) mit seinen, später so sehr berühmt gewordenen Beobachtungen auf, dafs man endlich die Bastardzeugung unter den Pflanzen und mit ihr also auch die Geschlechts-Verschiedenheit bei denselben allgemein anerkannte; seine Versuche sind äufserst genau angestellt und prunklos beschrieben, dafs sie von allen wirklichen Botanikern, welche dieselbe wiederholt haben, nur bestätigt worden sind. Die Gesetze, welche Koelreuter aus den Resultaten seiner Beobachtungen zog, sind bis auf den heutigen Tag allgemein anerkannt und nur Weniges ist noch von den neueren Beobachtern über diesen Gegenstand hinzugefügt. Die Herren Sageret ***) Friedrich Gärtner †), Knight ††) und A. F. Wiegmann †††) haben die Koelreuter'schen Beobachtungen über die Ba-

*) Amoen. acad. VI. pag. 293.

**) Vorläufige Nachrichten von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. Leipzig 1761. 8vo. — Es folgten 3 Fortsetzungen dieser vorläufigen Nachrichten in den Jahren 1763, 1764 und 1766.

***) Considerations sur la production des Hybrides, des Variantes et des Variétes en général, et sur celles de la famille des Cucurbitacées en particulier. — Ann. des scienc. d'hist. nat. VIII. pag. 294-314.

†) Nachricht über Versuche, die Befruchtung einiger Gewächse betreffend. — Naturwissensch. Abhandl. der Würtemberger Gesellsch. Tübingen 1816. I. pag. 35. Nachträge sind in der botanischen Zeitung und in der Isis erschienen und endlich die gröfsere Arbeit: Over de Voortteling van Bastaard-Planten in Natuurk. Verbandeling. von de Hollandsche Maatsch. de Wetensch. Deel 24. 1838.

††) Trans. of the Hortic. Soc. of London. Vol. III., IV. und V. Philos. Transact. of the Royal Soc. of London 1799.

†††) Ueber die Bastarderzeugung im Pflanzenreiche. Braunschweig 1828.

stardzeugung wiederholt, dieselben bestätigt und manche interessante Thatsachen hinzugefügt. Gärtner's Beobachtungen sind die zahlreichsten, er hat deren gegen 6000 aufzuführen, welche er 12 Sommer hindurch fortgesetzt hat; aber gewifs mit Unrecht werden Wiegmann's Versuche, welche in der, von der Akademie der Wissenschaften zu Berlin gekrönten Preisschrift mitgetheilt sind, durch Herrn Treviranus *) zu sehr zurückgesetzt. Es ist gewifs gar nicht nöthig, dafs ein so feststehendes Factum, als die Bastardzeugung bei den Pflanzen, noch durch Tausende von neuen Versuchen bestätigt wird; auch einige wenige reichen dazu vollkommen aus, und ich habe viele dieser, von Herrn Wiegmann gezogenen Bastardpflanzen gesehen, welche das von ihm Mitgetheilte auch bestätigen. Ich selbst habe keine eigenen Versuche über Erzeugung von Bastardpflanzen angestellt, indem ich glaubte, dafs hierüber wenigstens vorläufig, genug beobachtet sei.

Wenn man Bastardpflanzen erzeugen will, so hat man auf einige Punkte wesentlich zu achten. Man mufs an derjenigen Pflanze, welche künstlich befruchtet werden soll, zeitig genug die Antheren entfernen, damit keine Spur ihres eigenen Pollen's auf die Narbe fällt; da aber die Zeit, in welcher der Pollen ausgestreut wird, im Verhältnifs zur Entwickelung der Blüthe bei verschiedenen Pflanzen so sehr verschieden ist, so hat man zuerst durch längere Beobachtung zu erforschen, um welche Zeit die Eröffnung der Antheren erfolgt. Bei einigen Blumen geschieht die Bestäubung schon lange vor der Entfaltung der Blumenkrone. Die Befruchtung mufs jedoch erst dann erfolgen, wenn die Narbe der weiblichen Pflanze vollkommen entwickelt ist, was sich bei vielen Gewächsen durch eine glänzende Absonderung auf deren Oberflähhe zeigt. Die Uebertragung des Blumenstaubes auf die Narbe geschieht am zweckmäfsigsten, wenn man die geöffneten Antheren der dazu bestimmten Pflanze unmittelbar auf die

*) Physiologie der Gewächse. II. pag. 413.

Narbe der Mutterpflanze legt, oder den Blumenstaub vermittelst eines feinen Pinsels auf die Narbe streicht. Herr Gärtner bediente sich hiebei der Morgenzeit, ehe noch die Sonne auf die Blumen wirken konnte, als der günstigsten Zeit, ja nöthigenfalls wurde diese künstliche Befruchtung des Tages mehrmals wiederholt.

Die Erfahrung hat gelehrt, dafs zu den gewöhnlichen künstlichen Befruchtungen nur sehr wenig Pollen erforderlich ist, was aus demjenigen, was wir über den plastischen Prozefs bei der Befruchtung kennen gelernt haben, sehr erklärlich ist, denn jedes Eychen bedarf nur eines einzelnen Pollenkornes um durch dessen Schlauch befruchtet zu werden. Bei der Bastardbefruchtung ist dagegen eine sehr grofse Menge von Blumenstaub erforderlich, und auch wenn dieses berücksichtigt wird, so gelingt dennoch die Befruchtung so häufig nicht. Der Einflufs des eigenen Pollen's, sagt Herr Gärtner, ist so überwiegend selbst über eine grofse Masse des fremden, wenn gleich von einer noch so nahe verwandten Art, dafs eine mikroskopische Menge des eigenen Pollens die Einwirkung des fremden völlig vernichtet. Hiedurch findet es Herr Gärtner erklärlich, dafs die Bastardbefruchtungen in der freien Natur so höchst selten vorkommen; und ist einmal die Befruchtung mit dem eigenen Blumenstaube erfolgt, so kann, wenigstens nach den bisherigen Erfahrungen, keine zweite Befruchtung stattfinden, eine Erscheinung, welche, wie es scheint, sich auch im Thierreiche bestätigt.

Die bisherigen Beobachtungen haben fast übereinstimmend gelehrt, dafs diejenigen Pflanzen, welche mit einander Bastarde erzeugen sollen, auch mit einander verwandt sein müssen. Je näher diese Verwandtschaft zwischen den älterlichen Pflanzen ist, um desto leichter erfolgt die Basterzeugung; am leichtesten bei verschiedenen Unterarten einer und derselben Art, dann bei verschiedenen Arten einer und derselben Gattung, und endlich, wenn gleich viel schwerer, auch bei verschiedenen Arten verschiedener Gattungen, doch ist für diesen Fall weniger auf die künst-

liche Trennung der Gattungen zu sehen, als auf die Merkmale, wodurch natürliche Gruppen entstehen. Alle Versuche der Bastardbefruchtung, welche man zwischen Pflanzen verschiedener natürlicher Familien angestellt hat, sind bis jetzt nicht gelungen; dieses ist das Resultat, welches bei der Bastarderzeugung der Thiere ebenfalls erlangt ist. Ja selbst dergleichen Bastarde, welche zwischen Arten verschiedener Gattungen erzeugt sind, sind gerade noch nicht in grofser Anzahl vorhanden. Koelreuter *) beobachtete Bastarde zwischen verschiedenen Gattungen der Malvaceen; Herr Link **) beobachtete einen Bastard zwischen Lychnis dioica alba fem. und Saponaria officinalis, dessen Saamen unfruchtbar waren. Herr Wiegmann erzeugte Bastarde zwischen den Gattungen Vicia und Pisum, Ervum und Vicia, wie zwischen Lychnis und Cucubalus. Herr Sageret zwischen Cochlearia Armoracia und Brassica oleracea, aber Herr Gärtner hat die gröfste Menge von Beobachtungen der Art gemacht, aus diesen ergeben sich Bastarde zwischen den Gattungen Ipomoea purpurea und Convolvulus Sepium, zwischen Nicotiana und Hyoscyamus, zwischen Nicotiana und Datura, zwischen Papaver Rhoeas und Chelidonium majus und Glaucium luteum; zwischen Lavatera trimestris und Hibiscus Trionum und umgekehrt u. s. w.

Obgleich die Bastardzeugung zwischen verschiedenen Arten und selbst unter verschiedenen verwandten Gattungen im Allgemeinen leicht gelingt, so sind doch von Gärtner und anderen Beobachtern Fälle angegeben, in denen diese Zeugung nicht so leicht gelingt, ja mitunter gar nicht. So nimmt Nicotiana pumila, Datura laevis und Lychnis Flos Cuculi fremden Pollen sehr leicht auf, selbst von anderen Gattungen, doch Nicotiana Langsdorfii und paniculata, so wie Lychnis Viscaria und Datura Metel sollen sich nach Gärtner's Angabe mit fremden Pollen gar nicht oder

---

*) N. Comment. Acad. C. Petropolitan. 1782. P. II. pag. 251.

**) Elem. phil. bot. pag. 410.

nur schwer befruchten lassen. Die Bastardbefruchtungen gelingen zwar überhaupt weniger vollständig, als die gewöhnlichen, aber, wie es auch soeben angeführt wurde, dieses gilt hauptsächlich für einige Arten ganz besonders; so sah Gärtner bei 9 Blumen der Nicotiana Langsdorfii, die mit N. quadrivalvis befruchtet wurde, nur in einem Falle Früchte ansetzen; in 7 Fällen wurde die Befruchtung mit N. macrophylla ausgeführt und in keinem wurden Früchte hervorgerufen. Bei 19 Versuchen mit Nicotiana marylandica, wurde die N. Langsdorfii nur 5 mal wirklich befruchtet. Ebenso findet man bei Bastardbefruchtungen in jeder einzelnen Frucht immer mehr fehlgeschlagene Saamen, als dieses bei der natürlichen Befruchtung der Fall ist. So zählte Gärtner in einer Frucht von Papaver somniferum 2130 Saamen, dagegen enthielt eine Bastardfrucht dieser Art mit Glaucium luteum dreimal befruchtet nur 6 Saamen. Dieses ist allerdings ein sehr auffallender Fall, aber die Bastardzeugung zwischen Papaver und Glaucium gehört auch überhaupt zu den ausgezeichnetsten Fällen, die bekannt geworden sind. Eine mit Datura laevis gekreuzte Datura Metel enthielt nur 284 vollkommene Saamen, während die Früchte dieser Pflanze zwischen 580 und 650 Saamen enthalten.

Man hat aus diesen Erscheinungen auf eine gewisse Affinität geschlossen, welche zwischen gewissen Arten einer bestimmten Gattung vorhanden sei, man nannte sie die sexuelle Affinität und jede Art, welche der Bastardzeugung fähig ist, habe ihre eigene Reihe der sexuellen Affinität. Diese Reihen der sexuellen Affinität werden jedoch aufgehoben, sobald man die Factoren umkehrt und die weibliche Unterlage als befruchtende Potenz benutzt. Aus den vorliegenden Thatsachen ergiebt sich allerdings eine solche Annahme, aber man müfste dergleichen Thatsachen wohl mehrmals prüfen, denn es ist sehr bekannt, dafs Bastardbefruchtungen oftmals nicht einschlagen und später gelingen sie denn endlich doch.

Die Herren Wiegmann und Gärtner haben gefunden,

dafs die Blumenkronen nach geschehener Bastardbefruchtung nicht so schnell abfallen, als dieses bei gewöhnlicher Befruchtung geschieht, was auch schon von Koelreuter bemerkt wurde; aber nach erfolgter Bastardbefruchtung wird die Blumenkrone mifsfarbig, sie verliert überhaupt ihr lebhaftes Ansehen und zeigt einen kranken Zustand, bis sie nach längerer Zeit abgestofsen wird. So fällt die Blumenkrone bei Lychnis Flos Cuculi nach natürlicher Befruchtung schon in 2 Tagen ab, bei der künstlichen bleibt sie aber 4 bis 5 Tage lang stehen. Ebenso verhält es sich mit der Narbe und der Nektarabsonderung nach erfolgter Bastardbefruchtung; die Narbe erhält sich länger frisch und die Nektarabsonderung dauert oft noch längere Zeit hindurch fort. Ja die praktischen Gärtner erkennen es aus dem Verhalten der Blumen sehr bald, ob eine vorgenommene Bastardbefruchtung gelungen ist oder nicht.

Sobald die Bastardbefruchtung erfolgt ist, so entwickelt sich ein Embryo im Inneren des Eychen's wie im gewöhnlichen Zustande, und der reif gewordene Saamen erzeugt die Bastardpflanze, welche in ihrem Verhalten mehr oder weniger in der Mitte zwischen den beiden Aeltern steht. Die Bastardpflanzen können sich selbst befruchten, wie es die gewöhnlichen Pflanzen thun, und auf diese Art können sie die einmal angenommene Natur wieder weiter fortpflanzen. Koelreuter erhielt von seinen Bastardpflanzen nur sehr selten reife Saamen und kam dadurch zu dem Schlusse, dafs die Bastardpflanzen an und für sich unfruchtbar wären, so wie es gewöhnlich bei den Bastarden der Thiere zu sein pflegt. Indessen schon das Gelingen eines einzelnen Falles hätte hinreichend sein können, das Gegentheil von jener Behauptung fest zu stellen, und man hätte mehr nach den Ursachen forschen müssen, welche so häufig das Fehlschlagen der Saamen bei Bastardpflanzen verursachen. Es ist hauptsächlich das Resultat der neuen Untersuchungen von Herrn Wiegmann, dafs die Saamen der Bastardpflanzen vollkommen ausgebildet werden, und sich wieder zu vollkommenen Pflanzen

entwickeln, welche sich selbst befruchten können. Die vielen Fälle, wo man die Saamen der Bastardpflanzen unfruchtbar fand, möchten vielleicht in verschiedenen äufseren Ursachen ihren Grund gehabt haben, am gewöhnlichsten sind aber die Saamen um so fruchtbarer, je ähnlicher sich die Aeltern waren. Bastarde, welche aus Abarten einer und derselben Art gezogen werden, sind sämmtlich fruchtbar. Dagegen ist es durch Herrn Gärtner's neuesten Untersuchungen festgestellt, dafs Bastarde in der zweiten und in den folgenden Generationen zu ihrer originären Form von selbst zurückkehren, indem sich dieselben häufig zur Gestalt der Mutter zurückwenden, oder auch mit der achten oder noch weiteren Generation mit abnehmender Zeugungskraft endlich ganz ausgehen.

Durch Koelreuter ward es schon erwiesen, und Herr Wiegmann hat es bestätigt, dafs die Bastardpflanzen durch abermalige künstliche Befruchtung sowohl nach väterlicher als nach mütterlicher Seite allmälich zurückgeführt werden können, indem man die Befruchtung alljährlich mit dem Pollen der Mutterpflanze oder der Vaterpflanze fortsetzt.

Wiegmann's Erfahrungen *) scheinen sehr beachtungswerth zu sein, derselbe fand, dafs Bastarde, welche gerade die Mitte zwischen den älterlichen Pflanzen halten, wirklich unfruchtbar zu sein schienen; so war auch die Digitalis purpurascens, jener Bastard, welchen die Herren Roeper und Aug. de Saint-Hilaire zwischen Digitalis purpurea und D. lutea vorfanden, vollkommen unfruchtbar, es zeigte sich in den Antheren nur sehr wenig Pollen.

Aus den vielen Fällen von Unfruchtbarkeit der Pflanzenbastarde glaubten Koelreuter, Knight u. A. m. annehmen zu dürfen, dafs man aus fruchtbaren Bastarden vielleicht auf die mehr oder mindere Selbstständigkeit der Species der dazu angewendeten Aeltern schliefsen könne, d. h. dafs dergleichen Pflanzen einer Gattung, welche

*) l. c. pag. 38.

fruchtbare Bastarde hervorbringen, vielleicht gar nicht specifisch verschieden sind; diese Annahme ist aber sicherlich unrichtig, was schon aus einigen der Versuche von Koelreuter selbst hervorging, und durch die neueren Beobachtungen vollständig erwiesen ist.

So wie bei den Thieren die Bastarde eine Mittelbildung sind, so verhält es sich auch bei den Bastarden der Pflanzen, doch stehen sie nicht immer ganz in der Mitte, sondern bald ist in ihrer Bildung der väterliche, bald der mütterliche Antheil gröfser, und dieses ändert sich wiederum, wenn die Aeltern in anderen Bastardbefruchtungen umgekehrt werden; also auch in diesen Erscheinungen verhalten sich die Bastarde der Thiere ganz ebenso wie die der Pflanzen. Wir haben schon im Vorhergehenden kennen gelernt, dafs Linné den Satz aufstellte, dafs bei den Bastarden die Blüthen und die Früchte der Mutter, die äufsere Form dagegen, welche durch die Blätter u. s. w. bedingt wird, dem Vater ähnlich ist, doch dieses Resultat ist durch die Beobachtungen der folgenden Zeit gänzlich beseitigt.

Der älterliche Einflufs auf die Bastarde der Pflanzen zeigt sich in sehr verschiedenen Theilen; bald ändert die Länge der Staubfäden in der Form der Mutterpflanze, bald ändert sich der Blumenstand, bald werden die Formen und die Ueberzüge der Blätter verändert, bald die Farbe und Form der Blumenblätter, ja die Veränderungen erstrecken sich zum Theil selbst auf Farbe, Gröfse und Gestalt des Saamen's. Doch bei der genauesten Aufmerksamkeit, welche Herr Gärtner diesem Gegenstande schenkte, hat er bei keinem einzigen Versuche von Bastardbefruchtung weder die Gestalt, noch die Farbe, noch eine andere äufsere Eigenschaft der Früchte und Saamen der Mutterpflanze verändert gefunden. Jener Einflufs durch die Bastardbefruchtung erzeugt nur in dem Embryo der Mutterpflanze die Fähigkeit eine neue Pflanze zu erzeugen, welche eine, aus beiden angewendeten Arten gemischte Form hervorbringt. Ja nach Herrn Gärtner's Beobachtungen

behält die weibliche Unterlage sogar ihre gewohnte Reifungszeit der Früchte.

Die Bastardpflanzen zeichnen sich sehr häufig durch aufserordentliche Ueppigkeit in ihren Blüthen aus, wozu noch die Erfahrung kommt, dafs sie auch auffallend lange Blüthezeit zeigen, wodurch denn gerade solche Pflanzen für die Gartenkultur ganz besonders wichtig werden, was sich gegenwärtig durch die Menge von Bastarden, die von Liliaceen, Amaryllideen und hauptsächlich von Cacteen gezogen sind, ganz besonders bemerkbar macht.

In der neueren Zeit hat man auch mit gröfserem Fleifse nach den Bastardpflanzen gesucht, welche in freier Natur vorkommen, um sie im Systeme als solche zu bezeichnen, wodurch denn natürlich gewisse Gattungen, welche besonders leicht bastardiren, auf eine geringere Artenzahl einschmelzen werden. So haben die Herren Schiede *) und Lasch **) die natürlichen Bastarde zu sammeln gesucht ja auch Herr Koch ***) hat die Bastarde unter den Weiden nachgewiesen und in Herrn De Candolle's Pflanzenphysiologie finden wir alle diese Beispiele zusammengestellt und mit noch vielen anderen versehen. Die meisten dieser Angaben beruhen allerdings auf blofsen Vermuthungen, und bleiben es auch so lange, bis dieselben durch künstliche Bastardbefruchtung erwiesen sind. Bei einigen Gattungen, als bei Aconitum, Mentha, Aster u. s. w. ist die Zahl der Bastarde gewifs sehr grofs. Doch ich schliefse dieses Capitel mit den Worten des Herrn Wiegmann †), dafs manche Species oder Subspecies z. B. Pisum arvense, Vicia leucosperma, Vicia Faba semine rubro, so wie die meisten Kohlsorten und Cerealien, deren Ursprung unbekannt ist, wahrscheinlich Bastardpflanzen sein werden, welche auf unseren Aeckern und in unseren Gärten durch die Nähe

---

*) De plantis hybridis sponte natis. Cassellis Cattor. 1825.

**) Beiträge zur Kennt. der Varietäten und Bastardformen einheimischer Gewächse. — Linnaea. IV. pag. 405—434.

***) De Salicibus europaeis. Erl. 1828.

†) l. c. pag. 26.

einer verwandten Pflanze erzeugt wurden und constant geblieben sind. Diese Annahme scheint nicht zu gewagt, wenn wir sehen, dafs gewisse Blumen-Varietäten ganz constant geworden sind, obgleich man ihren Ursprung durch Bastardirung ableiten kann.

Fünftes Capitel.

Von der Saamenbildung bei den cryptogamischen Gewächsen.

Wir haben schon früher kennen gelernt, dafs die Saamen der grofsen Reihe von Gewächsen, welche Linné mit dem Namen der Cryptogamen umfafste, sehr einfach gebauet sind, dafs man an denselben keinen Embryo und daher auch keine Cotyledonen wahrnehme, wefshalb dieselben bei der natürlichen Eintheilung der Gewächse nach Jussieu zu der Abtheilung der Acotyledonen gebracht wurden. Bei vielen dieser Gewächse ist es noch heutigen Tages sehr unbestimmt, ja oftmals sogar sehr unwahrscheinlich, dafs die Bildung der Saamen in Folge geschlechtlicher Vereinigung vor sich gehe, denn man findet z. B. bei den Flechten keine Spur von Organen, welche für die männlichen Fructificationswerkzeuge anzusehen wären, ja selbst bei dem gröfsten Theile der Farrn, wie bei den Equiseten u. s. w. sind ebenfalls noch keine Antherenbildungen aufgefunden worden. Schon aus diesen Gründen, hauptsächlich aber wegen der einfachen Structur, welche wir später kennen lernen werden, hat man die Saamen dieser Gewächse mit besonderen Namen belegt, welche kaum zu billigen wären, wenn sie nicht schon durch vieljährigen Gebrauch ganz allgemein eingebürgert wären. Man nennt die Saamen der cryptogamischen Gewächse S p o r e n (Sporae Hedw. auch Sporidien und Gongyli) doch ist erstere Be-

nennung die gebräuchlichste, und hienach wird der Saamenbehälter **Sporangium** oder **Sporengehäuse** genannt. Stehen mehrere Sporangien neben einander, so bilden sie nach Link eine Sporenfrucht (Sporocarpium), Benennungen, welche gegenwärtig ganz allgemein im Gebrauche sind und sich denn auch durch verschiedene Gründe rechtfertigen lassen.

Bei der Betrachtung der Grundsätze, worauf Jussieu's natürliches Pflanzensystem gegründet ist, haben wir schon kennen gelernt, dafs die Farrnkräuter es sind, welche in dieses System nicht hineinpassen, denn sie sind, ihrer Structur nach, den Monocotyledonen anzureihen, während ihre Saamen so überaus einfach und unvollkommen gebauet sind, dafs sie darnach zu den Acotyledonen zu zählen wären. Ja obgleich die Farrn mit allem Rechte an die Spitze der cryptogamischen Gewächse gestellt werden, so stehen sie doch in Hinsicht ihrer Fruchtbildung nicht nur den Laub- und Lebermoosen nach, sondern selbst den Charen, und auch dieses möge zum Beweise dienen, dafs die Natur nach keinem der von uns erfundenen Systeme gebildet hat.

Von der Saamenbildung bei den Farrnkräutern.

Die Saamen oder Sporen der Farrnkräuter treten im Inneren von linsenförmigen, ellipsoidischen oder kugelförmigen Kapseln auf, welche von sehr einfacher Structur sind und bald sitzend, bald mehr oder weniger gestielt auf der unteren Fläche der Blätter vorkommen; sie bestehen aus einer Haut, welche durch eine einfache Zellenschicht gebildet wird, die anfangs aus gleichgeformten Zellen zusammengesetzt ist. Bei den meisten Farrn zeigt dieser Sporenbehälter im ausgebildeten Zustande eine sehr eigenthümliche Bildung, und diese ist der sogenannte **Ring**, welcher von den Botanikern: Annulus auch Gyroma genannt wird. Der Umfang dieses Ringes, so wie auch sein Aussehen überhaupt, ist bei den verschiedenen Gruppen

von Farrn sehr verschieden; so nimmt er zuweilen den ganzen Umfang des Sporangium's ein, und zuweilen nur einen kleinen Theil desselben; zuweilen ist derselbe in seiner ganzen Länge gleichförmig gestaltet, zuweilen nimmt er jedoch nach dem einen Ende auffallend an Breite zu. So höchst eigenthümlich auch dieser Ring des Sporangium's der Farrn gestaltet zu sein scheint, und dasselbe in den meisten Fällen mit einem hervorragenden Kamme umschliefst, welcher sich auch noch durch eine auffallend dunkelere Färbung auszuzeichnen pflegt, so ist es dennoch sehr leicht zu erkennen, dafs derselbe aus einer Reihe von Zellen besteht, die aus der, früher gleichmäfsigen Wand des Sporangium's durch auffallendere Vergröfserung hervorgetreten sind und bis um die Zeit, wenn die Reifung der Farrnfrucht eintritt, ganz wie die übrigen Zellen mit Saft gefüllt sind. Die Membran der Zellen des Annulus zeichnet sich durch aufserordentliche Dicke aus, daher denn auch die Scheidewände, welche dieselbe zeigt, so auffallend breit erscheinen, zuweilen gleich breiten Ringfasern, welche in einer Röhre, wofür man dann den Annulus halten könnte, aufgestellt sind; die genauere Untersuchung zeigt jedoch ganz bestimmt, dafs der Annulus nur aus einer Reihe von Zellen besteht und keine Spiralfaserbildung aufzuweisen hat. Herr Presl *) hat die Verschiedenheiten, welche der Annulus bei verschiedenen Gattungen der Farrn zeigt, speciell aufgeführt. Der Zweck des Annulus an den Sporangien der Farrn ist nicht leicht anzugeben, doch kann man vermuthen, dafs derselbe das Aufspringen der Kapsel erleichtert, indem bei neben einanderliegenden Zellen von verschiedener Gröfse, Lage und gröfserer Dichtigkeit der Zellen-Membran, auch die Elasticität der neben einanderliegenden Zellen verschieden sein mufs, sobald die Wand des Sporangium's in Folge der Reife saftlos wird. So reifst das Sporangium in einer Querspalte auf, welche sich über die zarte Wand hinzieht, wenn der Annulus die Kapsel gröfstentheils umzieht.

*) Tentam. pteridographiae etc. pag. 21.

Die Sporangien der Farrn treten meistens in mehr oder weniger grofsen Massen neben einanderstehend auf und die Häufchen, welche bei verschiedenen Gattungen überaus verschieden geformt sind, führen den Namen: Sori. Zuweilen, wie z. B. bei der Gattung Marattia sind die Sporangien eines und desselben Sorus mit einander verwachsen.

Bei einem sehr grofsen Theil der Farrn, als bei den Aspidiaceen, Aspleniaceen, Davalliaceen u. s. w. sitzen die Früchte (Sori) in den Achseln eigenthümlicher blattartiger Vorsprünge, welche die Sporangien im jugendlichen Zustande völlig bedecken; man nennt diese Hülle das Indusium, welches bekanntlich bei der systematischen Anordnung der Farrn eine grofse Rolle spielt, und man hält es für ein Organ, welches den Bracteen der höheren Pflanzen zu vergleichen ist. Bei der tropischen Farrngattung Lygodium sitzen die Sporangien auf den Rändern des Blattes, und kleine schuppige Auswüchse sitzen unmittelbar darunter. Herr Treviranus*) hat zuerst nachgewiesen, dafs das Indusium ein ganz eigenthümlicher Theil ist, welcher mit der Bildung der Sporangien aus der oberen Blattsubstanz hervorwächst und den Fruchtboden umhüllt; es ist also nicht die abgelöste Epidermis, unter welcher, wie man früher glaubte, die Bildung der Sporangien vor sich gehe. In solchen Fällen, wie bei Adianthum und Ceratopteris sieht man, dafs das Indusium durch eine zarte Ausbreitung der Randsubstanz des Blattes gebildet wird, wo also auch die Oberhaut bei dieser Bildung mit Theil nimmt.

Die Beobachtung der Entwickelung der Sporangien bei den Farrn zeigt nur zu deutlich, dafs die morphologische Deutung, welche die Herrn C. H. Schultz, Lindley und Bischoff von denselben gegeben haben, nicht richtig ist; die Farrnkapsel ist sicherlich kein metamorphosirtes Blatt, wie es die genannten Autoren glauben, und der

---

*) Vermischte Schriften IV. pag. 86.

Ring auf derselben ist noch viel weniger mit der Mittelrippe des Blattes zu vergleichen. Wir sehen vielmehr, dafs die Sporangien der Farrn in Form kleiner zelliger Wärzchen hervorwachsen, die dann kugelförmig anschwellen, und in ihrem Inneren die Sporen bilden. Die gestielten Sporangien erscheinen dagegen als einfache längliche Zellchen, welche sich verlängern, durch Entstehung von Querwänden abschnüren, so dafs man schon sehr früh den Stiel von dem künftigen Sporangium unterscheiden kann. In diesen Fällen sieht man ganz deutlich, dafs die ganze künftige Sporenfrucht aus einer einzelnen Zelle hervorgebildet wird, und indem sich die Zellen der Wände bilden, treten die inneren Zellen zur Bildung der Sporen auf. An ganz jungen Sporangien scheinen grofse und regelmäfsig geformte Zellen aus dem Inneren hindurch, welche jedesmal in ihrem Inneren eine Kugel von einer weichen gummiartigen Substanz besitzen; und die fernere Beobachtung lehrt, dafs diese Kugel gleich einer Mutterzelle in den jungen Antheren erscheint, und später in vier kleinere Kugeln zerfällt, welche die künftigen Sporen bilden. Mit der Ausbildung der Sporen verschwinden die Zellenwände, welche im Anfange die Mutterzellen einschlossen. Erst Herr Mohl*) hat über die Bildung der Sporen in dem Sporangium der Farrn Beobachtungen angestellt, und lehrte, dafs die Sporangien dieser Gewächse in ihrer Jugend mit runden Mutterzellen erfüllt wären, von welchen eine jede vier Sporen enthält; später werden die Mutterzellen resorbirt, und die Sporen liegen dann ohne Zusammenhang frei in dem Sporangium. Meine eigenen Untersuchungen lehren zwar ebenfalls, dafs die Farrnsporen stets zu vier Stück in einem abgerundeten Häufchen auftreten, und dafs diese vier jedesmal aus einer einzelnen, mehr oder weniger kugelrunden oder ellipsoidischen Zelle hervorgehen, ja ich sehe auch, dafs in solchen kleinen Kapseln, wie bei Ceratopteris, jener niedlichen Farrngattung aus China, diese

---

*) Flora oder botanische Zeitung von 1833. I. pag. 38.

kugelförmigen Mutterzellen im Inneren von gröfseren Zellen auftreten, welche im Anfange auch das Innere des Sporangium's ausfüllten. Da aber diese Mutterzellen, aus welchen die wirklichen Sporen entstehen, bei den Farrn verhältnifsmäfsig sehr grofs sind, so ist es mir bis jetzt noch nicht geglückt die Art und Weise zu beobachten, in welcher sich die eigentlichen Sporen aus jenen Zellen hervorbilden, obgleich es sehr wahrscheinlich ist, dafs diese Bildung ganz ebenso erfolgt, wie ich sie in der Folge bei der Bildung der Lebermoos-Sporen angeben werde. Es scheint mir defshalb entsprechender, dafs man diejenige Zelle, aus welcher sich unmittelbar die 4 Sporen hervorbilden, nicht Mutterzelle, sondern vielleicht Mutterspore nennt, denn diese wird in einer Mutterzelle gebildet, welche im Anfange viel umfangreicher ist, als die junge Mutterspore. Das gruppirte Auftreten der Sporen der Farrn kann man sehr leicht beobachten, wenn man die Sporangien einige Zeit vor ihrer vollkommenen Reife langsam zerdrückt; man wird alsdann wahrnehmen, dafs sich jedes Häufchen in 4 einzelne Sporen trennt, welche bei jeder Art und Gattung die bestimmteste Stellung zu einander zeigen, und dafs diese Stellung wiederum mit einer bestimmten Form der Sporen zusammenhängt. Im Allgemeinen lassen sich an den Sporen der Farrn bei ihrer Vereinigung zu Gruppen wohl nur 2 verschiedene Formen unterscheiden, entweder zeigen sie, wie die Moossporen, die Form von dreiseitigen Pyramiden mit convexer Grundfläche, und diese 4 Pyramiden in jeder Gruppe liegen mit ihren Spitzen nach der Mitte der Mutterspore zu gerichtet, so dafs alsdann die Kugelfläche der Mutterspore durch die 4 Segmente gebildet wird, welche die convexen Grundflächen der 4 pyramidenförmigen Sporen darbieten. Herr Mohl bezeichnete diese Verbindung sehr passend mit dem Namen der tetraëdrischen Vereinigung. In anderen Fällen sind die Sporen mehr von ellipsoidischer Form und liegen mit ihren Längenachsen parallel nebeneinander, wobei dann diejenige Fläche der Sporen, womit dieselben miteinander

zusammenstofsen, in eine scharfe Kante ausläuft, während die entgegengesetzte sich etwas wölbt, so dafs die ganze Spore etwas halbmondförmig gekrümmt erscheint. Im jungen Zustande sieht man bei diesen länglichen Sporen, dafs die Längenkante ganz deutlich durch das Zusammenstofsen von zwei geraden Flächen gebildet wird, und durch diese Flächen werden die Sporen gegenseitig vereinigt. Herr Mohl meint zwar, dafs es leicht einzusehen sei, wie die Form dieser Sporen nothwendiger Weise durch ihren gegenseitigen Druck entstehen mufs, indessen ich glaube gegenwärtig sehr bestimmt beweisen zu können, dafs diese, scheinbar so einleuchtende Erklärung, sowohl bei der Bildung der Farrnsporen, wie der Zellen überhaupt nicht richtig ist; ich habe nämlich bei der Sporenbildung der Moose beobachten können, dafs die Form derselben gleich anfangs durch die Richtung der Scheidewände gegeben wird, welche von der Oberfläche der Mutterspore nach deren Mittelpunkt hineinwachsen, und die späteren Wände der einzelnen Sporen bilden. Zu keiner Zeit der Bildung kann hier ein gegenseitiger Druck von Einflufs auf die Form der Sporen sein, denn mit dem Entstehen derselben ist auch zugleich die Form gegeben. Sobald die Reifung der Kapsel eintritt, trennen sich die einzelnen Sporen von einander, sie schwellen gewöhnlich noch sehr bedeutend an, und dann verliert sich ihre ursprüngliche Form so vollständig, dafs man in diesem Zeitpunkte nur noch selten dieselbe wiedererkennen kann.

Von der Fruchtbildung bei den Laub- und Lebermoosen.

Die weiblichen Fructificationsorgane der Moose sind schon von Hedwig meisterhaft beschrieben und abgebildet, und Herr Nees von Esenbeck*) hat dieselben bei den Lebermoosen mit der gröfsten Genauigkeit geschildert. Es sind diese Organe, welche man mit dem Namen der Pistille

---

*) Naturgeschichte der Lebermoose etc. I. pag. 61 etc.

belegen kann, bei den Laub- und Lebermoosen bei ihrem Auftreten von gleicher Structur, und wir werden sogleich kennen lernen, dafs sie, wenn gleich viel einfacher gebauet, dennoch vollkommen vergleichbar den Pistillen der höheren Pflanzen sind. Hierbei mache ich aber auch darauf aufmerksam, dafs diese Pistille der Moose in ihrem ersten Auftreten den jungen Anlagen der Staubfäden vollkommen gleich sind, so dafs man dieselben bis zu einem gewissen Zeitpunkte nicht unterscheiden kann; ja es scheint sehr wahrscheinlich, dafs die Bildung der einen oder der anderen dieser Organe durch später hinzutretende Verhältnisse bedingt wird. Ich habe die ersten Anfänge der Fructificationsorgane bei den Moosen und den Lebermoosen als kleine, aus 2 und 3 Zellen bestehende Härchen beobachtet, welche sich anfangs verlängerten, und zugleich durch Bildung neuer Zellen an Dicke zunahmen. Bald darauf erkannte man diese Gebilde als längliche oder cylinderische Säckchen, indem jene Härchen an Umfang zugenommen, und sich in ihrem Inneren der Länge nach eine Höhle gebildet hatte. In diesem Zustande bleibt die Form der Anthere, wenn sich dieselbe auch noch allmählich vergröfsert; diejenigen Röhrchen dagegen, welche sich zu Pistillen umwandeln, gehen noch folgende Veränderung ein: Der vollkommen cylinderische Schlauch, welcher sich zum Pistill umwandelt, schwillt an der Basis etwas an, und zeigt sehr bald eine trübe Masse im Inneren dieser Anschwellung, die zuletzt zur grünen Kugel wird. Die Spitze des Schlauches öffnet sich dagegen, und zwar schon einige Zeit vor der eintretenden Reife der Antheren. Diese Oeffnung an der Spitze des Pistill's nimmt eine mehr oder weniger deutliche Trichterform an, und läfst sich mit der Narbe des Pistill's der höheren Pflanzen vergleichen; im Allgemeinen ist dieser Trichter an den Pistillen der Laubmoose gröfser, als bei den Lebermoosen, bei einigen Jungermannien dagegen wird er mitunter sehr grofs. Derjenige Theil des ursprünglich cylinderischen Schlauches, welcher die Fortsetzung zwischen der kugelförmigen An-

schwellung der Basis, und der so eben erwähnten Narbe bildet, ist für die ganze Lebensdauer eine wirkliche Röhre und kann mit dem Griffel des Pistill's der höheren Pflanzen verglichen werden; der untere, mehr oder weniger angeschwollene Theil, ist dagegen mit dem Germen oder dem Ovario der weiblichen Geschlechtstheile der höheren Pflanzen zu vergleichen, indem in demselben die Bildung der Saamen, so wie auch gröfstentheils deren Befruchtung vor sich geht. Schon Herr Nees von Esenbeck hat es ausgesprochen, dafs sich die Frucht der Lebermoose, und ganz ebenso verhält es sich auch bei den Laubmoosen, in der Achse und aus dem Grunde dieses angeschwollenen Theiles des Pistill's hervorbildet, und dafs das Mützchen oder die Calyptra nichts anderes, als die zellige Hülle des Pistill's ist.

Sowohl bei den Moosen, als bei den Lebermoosen treten die Pistille fast immer in sehr grofser Anzahl nebeneinander auf; 5, 10 und selbst 20 derselben sind nicht selten zu beobachten, mögen die Pflanzen monöcisch oder diöcisch sein. Bei den Laubmoosen treten sie gröfstentheils in Gesellschaft der Antheren auf, und da sie um die Zeit, wenn die Antheren ihre Ausbildung erlangt haben und sich öffnen, mit ihren, mehr oder weniger grofsen trichterförmigen Narben dicht daneben stehen, und jedenfalls von der befruchtenden Substanz der Antheren mehr oder weniger aufnehmen, und durch ihren Griffelkanal in die Tiefe des Ovarium's führen können, so scheint es keinem Zweifel unterworfen zu sein, dafs um diese Zeit und auf diese Weise die Befruchtung der Laub- und Lebermoose erfolgt. Schwieriger ist allerdings die Befruchtung bei den diöcischen Arten dieser Pflanzen zu erklären, doch selbst bei den Marchantien, wo die Pistille mit ihren Narben nach Unten gestellt sind, mufs dieselbe auf diese Weise erfolgen. Wir finden bei diesen Pflanzen das Auftreten der weiblichen Früchte erst um die Zeit der vollkommenen Ausbildung der männlichen Geschlechtsorgane, welche die Pollenmasse auf ihrer Oberfläche ausstreuen, und daher den

Narben der jungen Pistille, welcche nach Unten gerichtet sind, ganz nahe kommen, so dafs jeder starke Thau und jeder Regen die befruchtende Substanz nothwendig zu den Pistillen führen mufs. Wirkliche Befruchtungsversuche, wie sie bei den Phanerogamen angestellt sind, lassen sich natürlich bei den Moosen wegen der aufserordentlichen Kleinheit der Befruchtungswerkzeuge nicht anstellen, so dafs man also hier die Ausbildung der Saamen in Folge der Befruchtung gerade nicht auf dem Wege des Experimentes erweisen kann, es sind aber doch schon ziemlich sichere Angaben vorhanden, dafs die diöcischen Moose keine Saamen tragen, wenn nicht beide Geschlechter neben einander stehen, und auch bei den Marchantien hat man etwas Aehnliches beobachtet.

Sehr bemerkenswerth ist es jedoch, dafs sowohl bei den Laub- als bei den Lebermoosen, besonders allgemein bei den Ersteren, aus der grofsen Menge von Pistillen nur äufserst selten mehr, als ein einzelnes (bei einigen Arten allerdings auch mehrere), und dieses steht meistens gerade in der Mitte der Uebrigen, zu Entwickelung der Saamen kommt; alle übrigen Pistille schlagen fehl, obgleich sie öfters noch etwas gröfser werden, aber auch zugleich eine bräunliche Farbe annehmen, welche zuerst von der Höhle des Ovarium's und des Griffels ausgeht. Bei einigen Gattungen der Lebermoose, wie z. B. bei den Marchantien u. A. m., da kommen allerdings eine Menge von Pistillen zu gleicher Zeit zur Entwickelung der Saamen.

Denjenigen Zeitpunkt, in welchem die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane der Moose ausgebildet sind und die Befruchtung beginnt, denjenigen müssen wir als die Blüthenzeit dieser Gewächse ansehen, welche man denselben abzusprechen versucht hat. So wie bei den Phanerogamen um die Zeit der Blüthe Antheren und Pistille vollständig ausgebildet sind, so auch bei den Moosen; wir wissen, dafs man um diese Zeit das Ovarium, als den Fruchtanfang bezeichnen kann, dafs man dasselbe jedoch bei den Moosen wiederum mit besonderen Namen belegen

will, wie z. B. Herr Bischoff dafür Primordium fructus v. Archegonium (l. c. pag. 921.) vorgeschlagen hat, das ist wohl nicht zu billigen. Ebenso wenig kann ich diesem genauen Bearbeiter der Lebermoose darin beistimmen, wenn er sagt, dafs die Fortpflanzungsorgane der Lebermoose eine aus der Metamorphose der Blätter hervorgegangene Bildung seien; es wird freilich hinzugesetzt, dafs dieses in unseren Tagen Niemand mehr in Zweifel ziehen wird, der Göthe's Metamorphosen-Lehre beherzigt hat, und dieselbe überall bei den höher organisirten Pflanzen durch eigene Beobachtung bestätigt fand. Dieses ist aber keineswegs der Fall; ich habe Göthe's und hauptsächlich Wolff's Metamorphosen-Lehre viel studirt, und in der Natur geprüft, habe mich aber keineswegs von den darin aufgestellten Ansichten so allgemein überzeugen können, und diese auch bei der Bildung der Fructificationsorgane der Moose als entschieden gültig aufstellen zu wollen, das scheint mir durch die wirkliche Beobachtung über die Bildung derselben gänzlich unstatthaft. Es ist unglaublich, mit welcher Anstrengung man oftmals versucht hat, die verschiedenen Bildungen der Fructificationsorgane der höheren und der niederen Pflanzen in jene Göthe'schen Ideen hineinzuzwängen, ohne die Begründung dieser Ideen selbst einer ebenso genauen Untersuchung zu unterwerfen.

Nach erfolgter Reife der Antheren geschieht bei den Moosen, wie bei den Phanerogamen die weitere Ausbildung des Ovarium's oder des Fruchtanfanges; man bemerkt um diese Zeit an den Pistillen der Moose, dafs die Narbe vertrocknet, dafs der Griffel bräunlich gefärbt wird, und dafs das Germen immer mehr und mehr anschwillt um für die Bildung des Sporenbehälters, welcher aus dem Grunde, der Spitze der Achse hervorwächst, Platz zu machen. Von nun an zeigt sich die Saamenbildung im Inneren des Germen's wesentlich verschieden von derjenigen in den phanerogamischen Gewächsen; hier treten die Eychen frei in der Höhle des Ovarium's auf, bei den Moosen dagegen werden sie im Inneren von besonderen Säcken, wie bei

den Riccien, oder in mannigfaltig gestalteten und sehr zusammengesetzt gebaueten Saamenbehältern ausgebildet, aber niemals treten sie unmittelbar in der Höhle des Germen's auf, wie es Herr Bischoff für die Gattung Riccia angegeben hat, was auch schon durch Herrn Lindenberg widerlegt ist. Auf diese Weise tritt nun das Germen als Hülle des künftigen Saamenbehälters auf, welcher bei den Moosen unter dem Namen der Kapsel allgemein bekannt ist; und mit der weiteren Ausbildung des Kapselanfanges erweitert sich jene kugelförmige Anschwellung an der Basis des Pistill's immer mehr und mehr nach Oben, wobei ein Theil des früheren Griffel's darin übergeht, bis endlich die ganze Hülle an ihrer Basis abreifst, und nun als Mütze oder Calyptra auf der Spitze der Saamenkapsel sitzen bleibt und bei der Verlängerung des Fruchtstieles mit emporgehoben wird. Im Allgemeinen verhält es sich bei den Lebermoosen ganz eben so, und man ist durchaus nicht berechtigt diese Theile wiederum mit besonderen Namen zu belegen, wie es Herr Bischoff gethan hat, der die Calyptra unter dem Namen der Knopfdecke (Epigonium), und die Sporenbehälter als Endogonium bezeichnet, wenn auch die Calyptra bei einigen Gattungen der Riccieen u. s. w. in späteren Zeiten einen besonders ausgezeichneten Bau erhält. Die speciellere Beschreibung der Calyptra der Laubmoose findet man in Herrn Nees von Esenbeck's reichhaltiger Schrift über die Lebermoose.

Man glaube nicht, dafs in der Fruchtbildung der Phanerogamen und in derjenigen der Laub- und Lebermoose ein so grofser und wesentlicher Unterschied stattfindet, dafs dieselben mit einander gar nicht zu vergleichen wären; nur in der Bildung der Saamen finde ich den wesentlichen Unterschied. Man vergleiche die jungen Früchte der Moose mit den einfachsten Fällen, welche die Fruchtbildung der Phanerogamen aufzuweisen hat, wie z. B. mit den jungen Früchten der gemeinen Nessel u. s. w. Es würde jedoch in diesem Lehrbuche zu weit vom Ziele abführen, wollte ich specieller in diese Untersuchungen eingehen, so wie es

auch nicht der Zweck dieser Arbeit sein kann, alle die Formverschiedenheiten aufzuführen, welche die Fruchtbildung der Laub- und Lebermoose aufzuweisen hat, und die accessorischen Gebilde näher anzugeben, welche bei verschiedenen Gattungen neben der Fruchtbildung auftreten; es reicht vielmehr hin die Möglichkeit der Befruchtung nachgewiesen und die Art der Fruchtbildung im Allgemeinen geschildert zu haben. Von gröfserer Wichtigkeit erscheint mir dagegen die Betrachtung über die Bildung der Sporen und der dieselben begleitenden Organe zu sein.

Ueber die Structur der Mooskapsel und die Bildung der Sporen in derselben fehlt zwar noch immer eine specielle Arbeit, doch im Allgemeinen können wir den Gegenstand als ziemlich erkannt ansehen. Die zellige Masse, welche in der Höhle des Germen's, in Folge der Befruchtung, zur weiteren Ausbildung kommt, erscheint später als unmittelbare Fortsetzung des Fruchtstielchen's, die aber alsbald mehr oder weniger bauchigt anschwillt, und in ihrem Inneren die Sporen bildet. Im Allgemeinen zeigt die junge Mooskapsel ein Säulchen, welches der Länge nach mitten durch verläuft, und rund herum von der Höhle umgeben wird, worin die Sporen gebildet werden. Die Wände der Mooskapsel werden durch doppelte Zellenschichten dargestellt, wovon die äufsere aus besonders grofsen und dickhäutigen Zellen gebildet wird, die innere dagegen wiederum aus mehreren Schichten eines zarteren, aber sehr regelmäfsigen kubischen Parenchym zusammengesetzt wird, welches mit demjenigen des Säulchens vollkommen übereinstimmt. Zwischen dieser inneren Hülle und dem Säulchen (Columnula) geschieht die Bildung der Sporen, welche weder aus den Zellen der Letzteren, noch aus der Substanz der Ersteren hervorgehen, sondern, ganz ähnlich, wie die Pollensubstanz in den Antheren, als eine ganz neue Bildung auftreten. Herr Robert Brown*), von

*) S. dessen vermischte Schriften. Herausg. v. Nees von Esenbeck II. pag. 690.

dem wir eine kleine Abhandlung über die Befruchtungstheile der Moose besitzen, scheint der Meinung gewesen zu sein, dafs die Moossporen in den Zellen des Säulchens gebildet werden, und dafs diese hierauf wieder aufgesogen werden. Das Verschwinden des Säulchens in der reifen Kapsel vieler Moose, gab hierzu die nächste Veranlassung, doch wir wissen gegenwärtig, dafs das Säulchen nach der Ablösung des Deckel's der Kapsel, womit es in unmittelbarer Verbindung stand, allmählig abstirbt, und mehr oder weniger ganz zusammenschrumpft. Vor seiner vollkommenen Ausbildung dehnt es sich zuweilen etwas bauchig aus, wodurch sich im Inneren die Zellen von einander trennen, und zuletzt eine Höhle daselbst entsteht. Schon Hedwig hat vortreffliche Durchschnitte von Mooskapseln geliefert, um die Structur derselben daran nachzuweisen, und neuerlichst hat Herr Mohl *) diesen Gegenstand mit gröfserer Genauigkeit untersucht, um die Bildung der Sporen in der Kapsel zu verfolgen, wobei mehrere Abbildungen über die Structur der Mooskapsel mitgegeben sind, welche man nur anzusehen braucht, um alle die interessanten morphologischen Deutungen als nicht richtig zu erkennen, welche Herr Bischoff **) über die Mooskapsel so ausführlich vorgetragen hat. Herr Mohl lehrte, dafs die Bildung der Moossporen im Inneren von Mutterzellen vor sich gehe; er fand, dafs die Höhle der Mooskapsel, welche später mit den Sporen gefüllt ist, in einem sehr frühen Zustande mit einem äufserst zarten Zellengewebe erfüllt ist, dessen Zellen in horizontalen Reihen liegen und kleine körnige Massen enthalten, welche er für die Anlagen zu den künftigen Sporen hält. Die Sporen der Moose treten ebenso, wie die der Farrn in tetraëdrischer Vereinigung auf, was man an den Sporen jeder unreifen Mooskapsel sehen kann.

---

*) Einige Bemerkungen über die Entwickelung und den Bau der Sporen cryptogamischer Gewächse. — Flora v. 1833. I. pag. 49. etc.

**) Lehrbuch der Botanik. II. pag. 430.

Die Gattung Sphagnum, welche man zwar ziemlich ganz allgemein zu den Laubmoosen bringt, deren Antherenbildung, wie wir es pag. 201. kennen gelernt haben, mit derjenigen der Lebermoose übereinstimmt, zeigt auch in Hinsicht der Fruchtbildung grofse Aehnlichkeit mit den Lebermoosen, so dafs man dieselbe wohl an die Spitze der Lebermoose stellen müfste. Die Bildung der Sporen ist bei dieser Gattung höchst eigenthümlich und findet, ganz ebenso wie bei den Lebermoosen, sicherlich nicht in Mutterzellen statt. Bei Sphagnum bemerke ich die Bildung von confervenartigen, gegliederten und verästelten Fäden, welche anfangs die Kapselhöhle füllen; die Endglieder dieser Fäden schwellen kugelförmig an, und aus jeder dieser Kugeln, welche noch längere Zeit hindurch an ihren Fäden sitzen bleiben, bilden sich 4 Sporen, und zwar nicht auf die Weise, dafs die ursprüngliche grofse Zelle als Mutterzelle dient, sondern die grofse kugelförmige Zelle theilt sich in 4 kleinere, indem die Substanz ihrer Membran nach Innen zu in Scheidewände auswächst, ganz in derselben Weise, wie es bei der Theilung der Zellen der Conferva glomerata (Bd. II.) beschrieben wurde. Nachdem diese neuen Querwände vollkommen ausgebildet sind, fallen die dadurch entstandenen kleinen Zellen bei der leisesten Berührung auseinander, was aber in der reifenden Kapsel von selbst geschieht. Um diese Zeit geschieht erst die weitere Ausbildung der Sporenhaut, und die confervenartigen Fäden, welche noch übrig bleiben, bleiben verschrumpft zwischen den Sporen liegen.

Bei den verschiedenen Gattungen der Lebermoose verhält sich die Bildung der Sporen in mancher Hinsicht auffallend verschieden; ich habe schon im ersten Theile pag. 55 der Schleuderer gedacht, welche die Früchte der Lebermoose aufzuweisen haben, und hier werde ich einige nähere Nachweisungen über die Bildung derselben und deren Verhalten zu den Sporen geben. Die Schleuderer sind ursprünglich einfache, mehr oder weniger lange und meistens an beiden Enden zugespitzte Schläuche, welche aufser den

Riccieen, fast in allen Gattungen der Lebermoose im Inneren der Kapsel und zwischen den Sporen auftreten; gewöhnlich bilden sich in dem Inneren dieser langen Zellchen einzelne oder mehrere Spiralfasern, wozu ich schon früher *) eine Menge von Beispielen aufgeführt habe; bei der Gattung Anthoceros treten jedoch keine Spiralfasern in den Schläuchen auf, daher man die confervenartigen Fäden, welche ich vorhin bei der Gattung Sphagnum anführte, für Gebilde ansehen kann, welche den Schleuderern der Lebermoose analog sind. Die Befestigung der Schleuderer im Inneren der Saamenkapsel ist bei den verschiedenen Gattungen und Gruppen der Lebermoose sehr verschieden, ist aber noch lange nicht überall so genau ausgemittelt, wie es durch die grofse Arbeit des Herrn Nees v. Esenbeck für die alte Gattung Jungermannia geschehen ist. Die Schleuderer entspringen entweder auf der ganzen inneren Fläche der Frucht (Elateres vagi), wie bei Jungermannia, oder an den Enden der Klappen (Elateres terminales) wie bei Lejeunia, oder in der Achse der Frucht, also vom Grunde derselben hervorwachsend, wie bei Jubula und Marchantia (Elateres centrales, mediani).

Im frühesten Zustande erscheinen die ursprünglichen Schläuche der Schleuderer als äufserst zarte, weiche und vollkommen durchsichtige Gebilde, worin eine grüngefärbte, formlose aber etwas feingekörnte Substanz enthalten ist; etwas später tritt diese Substanz in Form gesonderter Kügelchen von verschiedener Gröfse und regelloser Lagerung auf, und um die Zeit, wenn sich die Sporen ihrer vollkommenen Ausbildung näheren, kann man durch Beobachtungen die Bildung der Spiralfasern im Inneren der Schläuche vollständig verfolgen. Diese Bildung geschieht durch regelmäfsiges Zusammenfliefsen der grüngefärbten Kügelchen (S. Bd. I. pag. 119.), welche vorher ganz unregelmäfsig in der Höhle umherlagen, und die daraus entstehende, neue Spiralfaser behält auch anfangs die grüne

---

*) S. meine Phytotomie pag. 160 etc.

Färbung bei, welche später in Gelb und Gelbbraun übergeht. Diese Bildung der Spiralfaser ist in den Schleuderern der Lebermoose gar nicht schwierig zu verfolgen und beweist, wie es mir scheint, sehr bestimmt, was ich in den beiden ersten Theilen dieses Buches, über die Bildung der Spiralfaser gesagt habe, dafs dieselbe nämlich durch spiralförmige Aneinanderlagerung der Materie erfolgt, was wir der Thätigkeit der Zellen zuschreiben müssen, die in dieser Art bildet. Die Ansicht, welche Herr v. Mirbel über die Bildung dieser Spiralfaser-Zellen aufgestellt hat, ist hiemit widerlegt, was auch aus den schönen Beobachtungen des Herrn Nees von Esenbeck *) bestätigt wird. Ebenso leicht kann man mit den neuen Mikroskopen die Bildung der Spiralfasern und der Ringfasern beobachten, welche in den Zellen der inneren Kapselhaut der Jungermannien, Marchantien und einiger Riccieen auftreten; ich habe dieses Auftreten der Spiralfasern in den Kapselzellen der Marchantia conica schon in meiner Phytotomie angegeben, und diese Angabe ist durch Herrn Treviranus mit Unrecht bestritten worden. Auch diese Zellen sind anfangs stark mit grüngefärbten Zellensaft-Kügelchen gefärbt, welche allmälich mit einander zusammenfliefsen und regelmäfsige Spiralfasern bilden, oder sich unmittelbar in die niedlichen, ebenfalls grünlich gefärbten Ringe umgestalten, welche später eine braune Farbe annehmen. Man kann hier, wie auch zuweilen bei Sphagnum die Bildung der Ringröhren unmittelbar verfolgen und mit Bestimmtheit behaupten, dafs dieselben in diesen Fällen nicht aus Spiralfasern nämlich durch deren Zerreifsen u. s. w. hervorgehen.

Ueber die Bildung der Sporen in den Kapseln der Lebermoose haben wir die ersten Andeutungen durch Herrn Beilschmied **) erhalten, welcher die Saamenkapsel der Jungermannia Blasia sehr fleifsig beobachtet hatte; er fand die unreifen Sporen zu je 4 glomerirt und sah dann das

*) Naturgeschichte der Lebermoose etc. IV. pag. 193.

**) Jungermannia Blasia Hook. — Flora v. 1824. pag. 646.

Zerfallen dieser Sporenhäufchen bei zunehmender Ausbildung; auch beobachtete er schon einen durchscheinenden Hof, welcher das Sporenhäufchen in einem sehr frühen Zustande umgiebt, wenn die Schleuderer noch ganz ohne Spiralfasern zu sehen sind. Später sprach Herr Nees von Esenbeck*) die Ansicht aus, dafs sich die meisten Saamen der Lebermoose in Gruppen, vielleicht unter einer gemeinschaftlichen Blasenhülle ausbildeten, ähnlich den Pollenkörnern. Um dieselbe Zeit publicirte Herr Mohl seine Beobachtungen über die Bildung der Sporen und gab an **), dafs er auch bei den Lebermoosen überzeugt sei, dafs die Bildung der Sporen in Mutterzellen vor sich gehe, ja er sagt, dafs er in den grofsen runden Mutterzellen von Anthoceros laevis die erste Spur der Sporen in Form von vier kleinen Anhäufungen von Körnchen gesehen habe, und dafs erst später, wenn sich die Masse dieser Körnchen vergröfserte (?), die zarten Zellenhäute um dieselben gebildet werden. Nach meinen Beobachtungen über diesen Gegenstand hat zuerst Herr Lindenberg ***) den Anfang der Bildung bei den Saamen von Sphaerocarpus terrestris richtig beobachtet, denn er giebt an, dafs allmälich an der sogenannten Mutterzelle von aufsen drei oder vier, durch eine dunklere Linie gebildete Abschnitte sichtbar werden, in welche längs dieser Linien endlich die Kugel oder Mutterzelle zerfällt, doch er fafste die Wichtigkeit dieser Erscheinung noch nicht auf. Die Bildung der Sporen der Lebermoose verhält sich allerdings sehr ähnlich der Bildung der Pollenkörner, doch hat man bei den ersteren Erscheinungen übersehen, dafs die Entstehung der kleineren Zellen, der Sporen in der ursprünglichen Mutterzelle nämlich, durch wirkliche Theilung der Letzteren erfolgt, und zwar ganz auf eben demselben Wege, wie diese Theilung der Conferven-Zellen erfolgt. Die Membran, welche die künftigen Seitenwände der Sporen bildet, wächst von ihrer ursprünglichen Lage

*) Lebermoose etc. I. pag. 70.

**) l. c. pag. 36.

***) Monographie der Riccien l. c. pag. 498.

quer in die Mitte der Mutterzelle hinein, bis sie mit den neuen Querwänden zusammenstöfst, welche von der entgegengesetzten Seite entgegenwachsen, und nachdem die gegenseitige Vereinigung erfolgt ist, haben sich aus der ursprünglichen Zelle 3 oder 4 neue geformt, welche sich allmälich weiter ausbilden, auseinanderfallen und die Saamen bilden. Auf Tab. XII. Fig. 35. habe ich zur leichteren Verständigung mehrere solcher Bildungen von Jungermannia epiphylla dargestellt; man sieht an diesen Abbildungen den Vorgang deutlicher, als es sich durch Beschreibung wiedergeben läfst. Man bemerkt ferner, dafs diese ursprünglichen Saamenzellen an den Enden der Schleuderer befestigt sind, und dafs ihr Inhalt anfangs ebenfalls noch grüngefärbt ist. Herr Lindenberg hat die Bemerkung gemacht, dafs die Sporen bei den Riccien nicht immer zu 4 zusammengebildet werden, sondern er fand die Dreizahl als vorherrschend, aber ich kann dieses nicht bestätigen, sondern finde solche Fälle nur sehr selten. Am auffallendsten erscheint die Sporenbildung bei der Gattung Marchantia, wo man sich ganz vollständig überzeugen kann, dafs dieselbe nicht innerhalb sogenannter Mutterzellen vor sich geht, sondern, wie bei den anderen Laub- und Lebermoosen durch Selbsttheilung.

Bei den Marchantien sind die äufserst langen Schläuche, in welchen sich später die Spiralfasern bilden, auf dem Grunde der Kapsel befestigt, was schon Herr v. Mirbel angedeutet hat; sie treten in sehr grofser Anzahl auf und liegen ziemlich vollständig parallel neben einander, aber zwischen denselben findet man in einem sehr frühen Zustande lange Reihen von regelmäfsig sphärisch geformten und rosenkranzförmig aneinander gereihten Zellen, welche zum Theil schon die wirklichen jungen Sporen sind, zum Theil aber auch noch später in mehrere kleinere Zellen, meistens in zwei, zuweilen in drei und in vier zerfallen und dann ebenfalls Sporen bilden. Ich bedauere, dafs ich bei den Marchantien noch nicht den frühesten Zustand des Kapsel-Inhaltes beobachtet habe; vielleicht zeigte es

sich, dafs hier die ganze Reihe von sphärischen Zellchen, welche stets zwischen zwei Schleuderer-Schläuchen gelagert ist, durch Theilung eines confervenartigen Fadens gebildet wird, welcher dann ursprünglich mit dem daneben liegenden Schlauche von ganz gleicher Bildung sein müfste.

Fruchtbildung bei den Characeen.

Die Frucht der Charen ist fast ebenso einfach, als die der niedrigsten Algen, zeigt aber dennoch eine Spur von einer Narbe, welche schon darauf hindeuten möchte, dafs auch hier eine Befruchtung wie bei den Moosen vorkommt. Wir haben schon früher kennen gelernt, von welchem ausgezeichneten Baue die Antheren dieser Gewächse sind und wir werden auch sogleich einsehen, dafs die Fruchtbildung derselben in mehrfacher Hinsicht von eben so hohem Interesse ist.

Das Sporangium der Charen besteht aus einer einzelnen verhältnifsmäfsig sehr grofsen Spore von ellipsoidischer Gestalt, welche von einer Hülle umschlossen wird, die aus 5, zuweilen aus 6 neben einanderliegenden Schläuchen besteht, die sich, von der Basis der Spore aus, bis zu deren Spitze in spiralförmiger Richtung herumwinden, und an ihren Enden wiederum etwas gesondert auseinander stehen, so dafs sie dadurch eine Art von Narbe bilden, in deren Grunde die Spitze der Spore liegt und dem befruchtenden Einflusse der Fovilla ausgesetzt werden kann. Bei der Chara vulgaris und den ähnlichen Formen dieser Gattung, wird diese Narbe durch besondere Zellchen gebildet, welche den Schläuchen die die Sporenhülle bilden, als Endglieder aufsitzen, aber neben einander so innig verwachsen sind, dafs man diese ganze Narbe, die gleich einer niedlichen Krone gestaltet ist, von der Sporenhülle abbrechen kann. Diese Umkleidung der einfachen Spore kann man ebensowohl mit der Eyhülle der vollkommenen Saamen vergleichen, und in der Narbe die Mikropyle wiederfinden; eine Deutung, welche mir viel natürlicher er-

scheint. Die Spore besteht anfangs aus einer einfachen, glatten Haut, bei eintretender Reife zeigt sie in ihrem Inneren noch eine zweite äufserst zarte Haut und die äufsere, welche aufserordentlich dick und fest geworden ist, zeigt spiralförmig verlaufende Rinnen, die durch die Eindrücke der Schläuche der Sporenhülle verursacht worden sind.

Dieses so höchst eigenthümlich und demnach am einfachsten gestaltete Sporangium der Charen sitzt stets auf einem kleinen Stiele, der aus einem kurzen Schlauche besteht, und mit einem Internodium der Aeste zu vergleichen ist. Es sitzen die Sporangien in den Achseln der Bracteen, oder auch bisweilen in dem Grunde zwischen gabelförmig sich vertheilenden Aesten. Man hat über diese niedlichen Gewächse, welche die Familie der Characeen bilden, schon sehr viel geschrieben, und dabei hat denn auch diese, so einfach geformte Frucht mehrfache morphologische Deutung erhalten. Am richtigsten möchte es sein, wenn man die Charenfrucht für eine verkürzte Astbildung erklärt; der Stiel ist das unterste Internodium und die Spore das zweite, während die Schläuche der Sporenhülle als verwachsene Blätter anzusehen wären. Die letztere Erklärung pafst leider nur für die, mit wirtelförmig gestellten Blättern versehenen Charen, und hält man die Sporenhülle für nichts weiter, als für ein Analogon des Ueberzuges der Stengelglieder, wie ihn Chara vulgaris und die dazu gehörige Gruppe zeigt, so kann man wiederum sagen, dafs diese Hülle auch auf den Sporen derjenigen Arten vorkomme, deren Stengelglieder aus einer einfachen Haut bestehen; kurz man sieht auch hierbei, dafs an allen solchen Deutungen zwar etwas Wahres zu finden ist, dafs aber auch immer viel poetische Freiheit nöthig ist, um sie vollständig auszuführen. Das wichtigste Ergebnifs bei der Betrachtung der Charenfrucht ist jedoch die Thatsache, dafs die Spore nichts weiter, als das Endglied oder die Spitze der Achse der Pflanze ist, und dafs die Sporenhülle durch unmittelbare Anlagerung von blattartigen Gebilden entsteht, dafs sich also diese, so niedere Fruchtbil-

dung dem Wesentlichsten nach mit der einfachsten Form bei den Phanerogamen vergleichen läfst.

Mit den Charen endet die Reihe von cryptogamischen Gewächsen, in welchen man die weiblichen Fructifications-Organe von den männlichen unterscheiden kann, daher wir bei diesen von der Fruchtbildung nur im Allgemeinen sprechen müssen; wir werden jedoch selbst bei den niedrigsten Formen der Algen und der Pilze Vorrichtungen und besondere Vorgänge kennen lernen, welche ziemlich deutlich zeigen, dafs auch hier die Saamenbildung das Resultat geschlechtlicher Vereinigung zu sein scheint, die entweder durch Vereinigung zweier verschiedener Individuen vor sich geht, oder auch nur durch Vereinigung verschiedener Substanzen eines und desselben Individuum's.

Ueber den Bau und die Keimung der Sporen bei den bisher betrachteten Cryptogamen.

Wir haben im Vorhergehenden die Bildung der Früchte bei den Farrn und den Moosen kennen gelernt und dabei nachgewiesen, welch ein grofser Unterschied zwischen dem Auftreten der Saamen bei den phanerogamischen und den cryptogamischen Gewächsen herrscht; gegenwärtig wollen wir die Structur und die Keimung dieser Sporen näher betrachten, um sowohl auf die Aehnlichkeit, wie auf die wesentlichen Verschiedenheiten aufmerksam zu machen, welche man in jener Hinsicht zwischen den Saamen der Phanerogamen und denjenigen der Farrn und der Moose nachweisen kann.

Die Sporen der Farrn wie die der Laub- und Lebermoose erscheinen bei ihrem ersten Auftreten, als einfache Zellchen. Bei den Farrn erhalten diese Zellchen bei verschiedenen Gattungen und Arten eine sehr mannigfaltige Gestalt; deren Beschreibung der systematischen Botanik angehört; mit der vollkommenen Ausbildung erzeugt sich jedoch im Inneren diese einfache Zelle noch eine zweite, sehr feine Membran, welche an den Sporen vieler Farrn

sehr leicht zu beobachten ist, bei anderen dagegen ist mir dieses noch nicht gelungen, doch kann man wohl im Allgemeinen annehmen, dafs die Sporen der Farrn stets aus zwei Häuten gebildet werden. Die äufsere dieser Häute erreicht eine besondere Festigkeit, sie wird oftmals mit regelmäfsig gestellten Wärzchen, Streifen und zellenartigen Hervorragungen bekleidet, welche sich mit jenen Bildungen auf der äufseren Haut der Pollenkörner vergleichen lassen, und auch auf ähnliche Weise, nämlich durch Anlagerung der Substanz von Aufsen gebildet werden, wozu eine Masse von zartgekörntem Schleime verwendet wird, welcher die Muttersporen unmittelbar einhüllt. Wirkliche, vollständige Zellen kommen in der äufseren Membran der Farrnsporen niemals vor, aber sehr bemerkenswerth ist es, dafs diese Membran stets mehr oder weniger dunkel gelbbraun gefärbt ist. Bei vielen Farrn sind die reifen Sporen mit einer unregelmäfsig gefalteten Haut umgeben, welche sich sehr leicht ablöst, ja zuweilen der Spore ein Ansehen giebt, als wenn sie mit flügelförmig hervorragenden Häuten umkleidet wäre, wie es auch Herr Corda *) dargestellt hat. Nach meinen Untersuchungen wird dieses auffallende Ansehen der Sporen durch die äufsere Membran veranlafst, welche sich bei einigen Gattungen und Arten bei eintretender Reife stark erweitert, dann unregelmäfsig zusammengefaltet wird und nach wie vor die innere Sporenhaut umschliefst. Die innere Haut ist dagegen äufserst zart und fast ungefärbt, doch, wie ich schon vorher bemerkt habe, kann man sie nicht überall gesondert darstellen. Herr Presl **) hat diesen beiden Häuten der Farrnsporen besondere Namen beigelegt, was wohl jedenfalls überflüssig war, er schlägt vor die äufsere Sporenhaut Episporium und die innere Endosporium zu nennen, und stellt mit ihnen Vergleiche an, welchen man nicht beistimmen möchte.

Das Innere der Farrnsporen ist mehr oder weniger

---

*) S. Presl Tentamen pteridographiae etc. Tab. XII. Fig. 1 und 2.

**) l. c. pag. 19.

ganz mit kleinen Oeltröpfchen gefüllt, welche zuweilen von gleicher Gröfse sind, mitunter aber auch von sehr verschiedener, so dafs zuweilen zwei bis drei Oeltröpfchen den gröfsten Theil der Spore füllen, während der übrige dann nur noch ganz kleine zeigt. Aufser diesem fetten Oele, welches durch Terpenthin-Oel gelöst wird, findet man zuweilen auch durchsichtige Kügelchen von ähnlicher Gröfse und Form ganz wie Oeltröpfchen, welche aber in heifsem Wasser gelöst werden und wahrscheinlich aus einem gummiartigen Stoffe bestehen. Besonders beachtenswerth erscheint jedoch ein kleines und ziemlich durchsichtiges, rundes Fleckchen, welches auf der inneren Sporenhaut einiger Farrn vorkommt und immer an einer bestimmten Stelle zu finden ist; bei einigen Polypodien mit grofsen, ellipsoidischen Sporen ist dieses Fleckchen an einem der Enden zu finden und stets von gleicher Gröfse; bei pyramidalen Sporen finde ich es dagegen auf der Seite der convexen Grundfläche. Vielleicht kommt diese Bildung bei allen Farrn vor, was einer speciellen Untersuchung werth wäre, denn durch mehrfache Keimungsversuche habe ich mich überzeugt, dafs das Hervortreten des Schlauches aus der Spore, gerade an der Stelle des Vorkommens jener Narbe geschieht. Auch Herr Link spricht schon in seinen Grundlehren (pag. 237) von dem Vorkommen eines dunkeln Punktes in den Sporen der Farrn.

Die Entwickelung der Farrnsporen zu jungen Pflanzen, welche man unter dem Keimungsprozesse derselben versteht, ist schon sehr oft beobachtet, beschrieben und abgebildet worden. Kaulfufs*) hat den Keimungsprozefs der Sporen von Pteris serrulata sehr genau beobachtet und durch Abbildungen erläutert, so wie die Beobachtungen seiner Vorgänger bei diesem Gegenstande gehörig gewürdigt; es war Ehrhart**) und nicht Lindsay***), welcher das Keimen der Farrnsporen zuerst beobachtet hat, und

*) Das Wesen der Farrnkräuter etc. Leipzig 1827, pag. 67.

**) Beiträge. Hannover 1788. III. pag. 75.

***) Transact. of the Linnean Society. Vol. II. pag. 95.

die vollständigsten Beobachtungen und die schönsten Abbildungen hierüber, haben wir kürzlich durch Herrn J. Henderson *) erhalten.

Bei dem Keimen der Farrnsporen platzt entweder die äufsere Sporenhaut oder sie löfst sich mehr oder weniger ganz ab, und hierauf tritt die innere Sporenhaut in Form eines confervenartigen Schlauches an der schon vorhin angedeuteten Stelle hervor; dieser zarte Schlauch verlängert sich, erhält eine grünliche Färbung durch die in demselben enthaltene Masse, und gliedert sich durch Entstehung von Querwänden, ganz wie es bei den gegliederten Conferven der Fall ist. Wenn der hervorsprossende Schlauch zwei bis drei Glieder zeigt, so treten auch schon an seinem unteren Ende zarte und ungefärbte Wurzelhärchen hervor, welche nach Unten wachsen, sich verlängern und auch an Zahl zunehmen je älter das Pflänzchen wird. Der gegliederte Schlauch, der nach Oben wächst, zeigt sehr bald eine seitliche Vermehrung seiner Zellen, welche von den letzten Gliedern beginnt und sich durch beständiges Fortwachsen zu einer keulenförmigen, blattartigen Masse umformt. Später verändert sich die keulenförmige Bildung in ein herzförmiges Blatt, indem das Zellengewebe an beiden Rändern des Blattes vorzugsweise hervortritt, und die Bildung der Zellen selbst in der Basis des ursprünglichen Keimschlauches, bis zu der ersten Zelle, welche durch die innere Sporenhaut gebildet wurde, sichtbar wird. Noch später tritt die Zellenbildung hauptsächlich am unteren Theile auf, und aus dem herzförmigen Blatte entsteht dadurch ein nierenförmiges, welches an derjenigen Stelle, von wo aus die erste Bildung des Keimschlauches erfolgte, eine grofse Menge von Wurzelhärchen zeigt und aus mehreren Zellenschichten besteht. Diese Bildung ist bis jetzt bei allen Farrn beobachtet worden, welche man mit Sorgfalt bei ihrem Keimen beobachtet hat, und man nennt die-

*) Observations on the Germin. of Ferns. — Jardine's and Selby's Magaz. of Zool. and Botany. London 1836. I. pag. 333.

selbe: das Keimblatt, welches sowohl an Gröfse, sowie in der Form bei verschiedenen Arten sehr verschieden gestaltet ist. Das Keimblatt nimmt mit seiner allmälichen Entwickelung eine horizontale Lage an, und so kommen die Wurzelhärchen auf die untere Fläche der Basis zu stehen; die junge Pflanze bildet sich aber erst, wenn dasselbe aus der Herzform in die Nierenform übergeht, und zwar tritt es in der Querachse desselben auf, d. h. in der Linie, welche von der ursprünglichen Basis nach dem Einschnitte am oberen Rande des Keimblattes verläuft. Hier sieht man, wie es Kaulfufs so schön dargestellt hat, dafs das Zellengewebe zu einem Knoten anschwillt, welcher sich alsbald nach Oben und nach Unten verlängert, der nach Unten steigende Theil wird zur Wurzel, der nach Oben steigende dagegen drängt sich durch den Einschnitt am oberen Rande hindurch und wird zum Stamme. Das Auftreten der Spiralröhre geschieht im Knoten und das Keimblatt, welches einige Zeit nach der Entwickelung des Stengelchens ebenfalls verschwindet, enthält keine Spiralröhren.

Die Sporen der Moose zeigen ebenfalls zwei besondere Häute, welche besonders deutlich bei dem Keimen derselben zu sehen sind. In Folge der Beobachtungen mit den älteren Mikroskopen glaubte man allgemein die Sporen der Moose, als einfache Zellen ansehen zu können, und wegen der aufserordentlichen Kleinheit dieser Körperchen konnte man auch keine doppelten Membranen an denselben unterscheiden. Auch hier verhält es sich wie bei den Sporen der Farrn, die äufsere Haut ist dunkelbraun gefärbt und besonders fest, während die innere äufserst zart und ungefärbt erscheint. Der Inhalt der Moossporen besteht in einer unregelmäfsigen Anzahl von ungleich grofsen Kügelchen, wovon einige aus fettem Oele, andere aus einer gummiartigen Substanz zu bestehen scheinen, ja in sehr seltenen Fällen kommen zuweilen sogar Amylum-Kügelchen in denselben vor, wie es kürzlich die Herrn Bruch und Schimper *) nachgewiesen haben. Mit-

*) L'Institut de 1836. pag. 353.

unter sind auch einzelne Kügelchen im Inneren der Moossporen grüngefärbt und zeigen hiemit das Auftreten von Chlorophyll, was jedoch jedenfalls in aufserordentlich geringer Menge enthalten ist; wohl aber sind diese Sporen in ihrem frühesten Zustande, wie ich es früher angegeben habe, sehr stark mit einer grüngefärbten und gröfstentheils ungeformten Masse gefüllt. An den Wänden dieser Sporen ist nirgends ein besonders ausgezeichneter Punkt zu sehen, von welchem aus etwa regelmäfsig die Bildung des Keimschlauches erfolgt, sondern es scheint, als wenn dieses überall erfolgen kann und vielleicht durch die Lage derselben bedingt wird.

Wirkliche Beobachtungen über das Keimen der Moossporen hat zuerst Hedwig *) mit grofser Genauigkeit angestellt, doch vollständiger ward dieser Gegenstand erst durch Fr. Nees von Esenbeck **) bearbeitet, auch lieferte ich selbst im Jahre 1828 eine kleine Abhandlung über diesen Gegenstand ***), worin mehrere, bis dahin noch weniger beobachtete Punkte eine nähere Beleuchtung erhielten.

Bei dem Keimen der Moossporen bricht die äufsere Sporenhaut und es tritt ein zarter confervenartiger Schlauch hervor, der die unmittelbare Verlängerung der inneren Sporenhaut ist, und sich sehr bald durch Bildung von Scheidewänden zu gliedern anfängt. Der Kürze halber, wollen wir diesen zuerst hervorbrechenden Schlauch den Keimschlauch nennen; er entwickelt sich zuweilen zu einer bedeutenden Länge, ja er treibt sogar Seitenäste von gleicher gegliederter Structur und schöner grüner Farbe, ehe eine Spur von Wurzelbildung erscheint. Die Bildung des ersten Wurzelhärchen findet an sehr verschiedenen Stellen statt, und der von Hedwig dargestellte Zustand, wo das Würzelchen die unmittelbare Verlängerung des Keimschlau-

*) Fundament. Hist. nat. musc. Vol. II. pag. 56. Tom. V. und Tom. VI.

**) Nova Acta Acad. C. L. C. Vol. XIII.

***) S. Nova Acta Acad. C. L. C. Tom. XIV. P. II. pag. 478.

ches (Corculum nach Hedwig) ist, darf keinesweges als der Normalzustand angesehen werden. Das erste Wurzelhärchen bildet sich bei den keimenden Moosen meistens an eben derselben Stelle, wo es bei den keimenden Farrn auftritt, nämlich seitlich an der Basis des Keimschlauches, gerade dicht über der Stelle, welche aus der Spore unmittelbar hervorgeht, und diese Stelle ist als eine fixe anzusehen, indem der Keimschlauch nach dem Hervortreten aus den Sporen sich an der Spitze verlängert und dort neue Glieder bildet. In anderen Fällen und dieses scheint von den Verhältnissen des Bodens abzuhängen, worin die Keimung der Spore erfolgt, entwickelt sich das erste Wurzelhärchen ebenfalls unmittelbar aus der Spore und zwar an der dem Keimschlauche entgegengesetzten Seite, ja es treten auch wohl zwei und noch mehrere Wurzelhärchen zu gleicher Zeit heraus, während in anderen Fällen ein Wurzelhärchen aus der Spore und ein zweites aus der Basis des Keimschlauches hervortritt, und in noch selteneren Fällen treten mehrere Keimschläuche und mehrere Würzelchen unmittelbar aus der Spore hervor. Der Keimschlauch wächst in der Luft, er gleicht einer gegliederten Conferve und ist durch den grüngefärbten Zelleninhalt gefärbt; die Wurzelhärchen dagegen wachsen in der dem Lichte abgewendeten Richtung fort, sind ungegliedert, meistens viel dünner als der Keimschlauch, und zeigen eine braune Färbung, welche der Membran angehört. Keimen die Moossporen im Wasser oder in sehr feuchter Erde, so sieht man gleich anfangs eine vorherrschende Entwickelung der grünen confervenartigen Fäden, welche aus den Keimschläuchen hervorgehen und unter dem Namen der Mooscotyledonen, auch der Luftwurzeln der Moose bekannt sind; ich werde diese Gebilde die Keimfäden nennen, um damit zugleich die Aehnlichkeit in der Function derselben mit dem Keimblatte bei den Farrn anzudeuten. Läfst man dagegen die Moossporen in Erde keimen, so geschieht eine vorherrschende Entwickelung der Wurzelhärchen.

Man hat die Entwickelung der Keimfäden bei den Laubmoosen zwar schon sehr oft beobachtet und ich selbst habe mehrmals gesehen, dafs die Keimschläuche nach verschiedenen Richtungen hin auswachsen, sich verästeln und verzweigen, und auf diese Weise einen mehr oder weniger grofsen Filz zeigen von Keimfäden, aus dessen Mitte sich das Moosstämmchen erhebt; diejenige Stelle jedoch, wo sich die erste Spur des Moosstämmchen entwickelt, habe ich noch nicht genau genug bestimmen können, es verhält sich aber hiebei wahrscheinlich ganz ebenso, wie bei dem Keimen der Farrnsporen, und vielleicht schwillt die Basis des Keimschlauches zu einem Knötchen an, welches sich nach Oben in das Stämmchen verlängert. Eine Wurzel, wie sie bei den Farrn noch vorkommt, findet sich bei den Moosen nicht mehr, aber die Andeutung dazu kann man auch hier noch sehr wohl erkennen. Man sieht nämlich, dafs sich das junge Moosstämmchen nach Unten in einen ziemlich regelmäfsigen kegelförmigen Fortsatz verlängert und dafs die oberflächlichen Zellen dieses Kegels zu Wurzelhärchen auswachsen, kurz man findet auch hier bei den Moosen, wie bei den Farrn, dafs an verschiedenen Stellen Wurzelhärchen ausbrechen; die einen gehören dem Keimblatte oder den Keimfäden an, wie bei den Moosen, während die anderen dem wahren Würzelchen der Pflanze zugehören.

Schon im ersten Theile dieses Buches wurde angedeutet, dafs man beobachtet zu haben glaubte, wie das Moosstämmchen aus der Vereinigung oder Vermählung jener confervenartigen Fäden hervorgehe, welche wir als Keimfäden bezeichnet haben, ja andere Botaniker glaubten sogar behaupten zu können, dafs die Moose durch Verwachsung von Conferven-Fäden hervorgehen; indessen unsere Wissenschaft ist auf dem Wege der Beobachtung seit der letzten Reihe von Jahren so weit vorgeschritten, dafs wir gegenwärtig dergleichen Annahmen nicht mehr nöthig haben als unstatthaft zu widerlegen. Wir sehen die Keimfäden bei den Moosen als eine Bildung an, welche dem

Keimblatte der Farrn analog ist, und die Beobachtungen der nächsten Zeit müssen zeigen, an welcher Stelle die Keimfäden zum Moosstämmchen anschwellen. Es ist allerdings etwas auffallend, dafs die Keimfäden der Moose eine grofse Aehnlichkeit mit einigen Conferven zeigen, doch diese Aehnlichkeit ist nur in der Gleichheit der Form und der Structur im Allgemeinen begründet, aber nicht in dem Wesentlichen, denn von einer Fortpflanzung dieser Gebilde, wie wir sie bei den Conferven kennen, ist noch keine Spur beobachtet worden. Nur eine kugelförmige Anschwellung und eine theilweise Trennung der Glieder dieser Keimfäden ist bei Catoptridium smaragdinum durch Herrn Unger und von mir selbst beobachtet worden*).

Unter gewissen Verhältnissen treiben einige Moose, z. B. Funaria hygrometrica**) ausgezeichnet grofse Wurzelhaare, welche, gleich unterirdischen Stengeln, dicht unter der Oberfläche verlaufen und überall, wo sie an die Luft kommen und dem Lichte ausgesetzt sind, grüngefärbte Keimschläuche austreiben, die doch wahrscheinlich, was aber noch nicht beobachtet ist, gleichfalls zu neuen Moosen hervorwachsen. Diese Mooswurzeln, welche früher unter dem Namen der Conferva castanea in den systematischen Handbüchern aufgeführt wurden, unterscheiden sich nicht nur durch ihre braune Farbe von den Keimfäden, sondern sie zeigen auch gröfstentheils schräg verlaufende Querwände, während die Querwände der Keimfäden wie bei den Conferven gerade verlaufen.

Die Sporen der Lebermoose scheinen mitunter nur eine einfache Haut zu besitzen, während die der Farrn und der Lebermoose stets sehr deutlich zwei Häute zeigen; indessen ich vermuthe aus sehr guten Gründen, dafs auch bei den Sporen der Lebermoose ganz allgemein eine doppelte Haut vorkommt. Bei der Marchantia polymorpha ist es in der That etwas schwer mit der nöthigen Be-

*) S. Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte 1835.

**) S. meine Abhandlung über die Wurzeln der Moose in den Bonner Akten. Tom. XIV. P. 2. Tab. XXX. Fig. 8 und 9.

stimmtheit über das Vorhandensein einer äufseren Sporen haut zu sprechen, auch hat man die Sporen dieser Pflanze schon so oft keimen lassen und stets nur eine einzelne Membran an denselben zu sehen geglaubt. Neuerlichst hat noch Herr Schleiden eine solche keimende Spore sehr schön dargestellt, wobei aber auch nur eine Haut angegeben wird; auch mir schien es so, dafs sich diese Sporen so höchst einfach verhalten, aber ich habe bei öfterer Anschauung vieler solcher Sporen denn doch zu sehen geglaubt, dafs das sich ausdehnende Bläschen noch durch eine, äufserst zarte und gelbliche Membran äufserlich umschlossen ist, und an derjenigen Stelle aufreist, wo der Keimschlauch hervortritt. Bei den Jungermannien glaube ich die zweite oder äufsere Sporenhaut noch deutlicher bemerkt zu haben, und bei den Sporen der Riccieen sind die doppelten Häute sehr leicht wahrzunehmen. Die innere Haut der Riccieen-Sporen ist ein einfaches Zellenbläschen, die äufsere dagegen ist sehr bedeutend dick, von brauner Farbe und zeigt ein zelliges Ansehen, welches bis jetzt von allen Autoren zu regelmäfsig abgebildet ist und sehr verschieden gedeutet wurde. Herr Lindenberg, der berühmte Monograph der Riccieen hat diesen Gegenstand, offenbar durch Anwendung alter Mikroskope sehr verkannt, und glaubt, dafs die Sporen der Riccieen nur eine einzelne Haut zeigen, und dafs diese nicht aus Zellen zusammengesetzt sei, wie es Herr Mohl u. A. m. angegeben hatten, auch giebt er eine Erklärung *), wie die Sporenhaut das zellige Ansehen nur durch die Körner in ihrem Inneren hervorruft; die Sache verhält sich jedoch ganz anders. Das zellige Ansehen der äufseren Sporenhaut der Riccieen ist keine Täuschung; die Membran ist vielmehr auf ihrem ganzen Umfange mit einem Netze umgeben, welches derselben das Ansehen giebt, als wäre sie aus Zellen zusammengesetzt, es verhält sich hier aber ganz ebenso, wie mit dem netzartigen und zelligen Ansehen der äufseren

*) S. l. c. pag. 423.

Pollenkörner-Haut, denn die Wände, welche die Maschen jenes Netzes bilden, sind blofse Hervorragungen auf der Oberfläche, welche sich noch innerhalb der gallertartigen Mutterzelle bilden, worin jede einzelne dieser Sporen eingeschlossen ist; später wird diese resorbirt und dann wird das niedliche zellige Geflecht frei liegend.

Der Inhalt der Sporen bei den Lebermoosen ist demjenigen der Laubmoose sehr ähnlich, und verhält sich im Allgemeinen bei den Jungermannien, wie bei den Marchantien und den Riccien ziemlich gleich; er besteht bald aus kleinen Körnern, welche aus einer gummiartigen Substanz zu bestehen scheinen, bald aus einigen kleinen Oeltröpfchen, bald aus beiden zu gleicher Zeit. Die Membran ist an und für sich schon etwas gelbbräunlich gefärbt und erscheint noch dunkeler, indem der im früheren Zellensafte der Spore enthaltene Stoff als eine gelblich bräunliche Substanz auf der inneren Fläche derselben niedergeschlagen ist. Von einem Sporenkerne, wie ihn Herr Bischoff in seiner sehr rühmlichen Arbeit über die Lebermoose angenommen hat, ist aber nichts zu sehen und mit Recht tadelt derselbe Herrn Corda, welcher von einem Albumen und einem Embryo der Lebermoose spricht, der bald wachsartig, bald hornartig und bald cellulös sei*).

Ueber das Keimen der Sporen der Lebermoose haben wir schon mehrfache vortreffliche Beobachtungen, doch die vollständige Entwickelung der keimenden Sporen zur ausgebildeten Pflanze ist bis jetzt noch nicht nachgewiesen. Bei wiederholten Aussaaten bringt man zwar die Sporen der verschiedensten Lebermoose zum Keimen, aber nur selten gelingt es dieselben weiter zu bringen; bei der Marchantia gelingt es noch am leichtesten, und von Marchantia polymorpha haben wir denn auch die schönsten Beobachtungen von Herrn v. Mirbel (l. c. Tab. III.) aufzuweisen. An irgend einer Stelle, dehnt sich hier die Membran der Spore in einen kleinen, konischen Schlauch aus, welcher

*) S. Sturm's Deutschland's Flora. II. Abth. 22 und 23 Heft. 1832.

sehr bald durch Bildung einer Querwand abgeschnitten wird, worauf die neue abgeschnürte Zelle sich weiter ausdehnt, und durch Abschnürung nach verschiedenen Seiten neue Zellen hervorbildet. Mit der Bildung neuer Zellen und schon mit dem Hervortreten des kegelförmigen Auswuchses bemerkt man, dafs einige der Kügelchen in der Spore aufgelöst werden, und also dem Auge verschwinden, während andere ihre Gröfse behalten und grüngefärbt werden, ja die gelbe Farbe, welche diese Sporen zeigen, verschwindet fast gänzlich und an einer Stelle, welche mehr oder weniger den neugebildeten Zellen entgegengesetzt gestellt ist, tritt ein zarter Schlauch hervor, der zum Wurzelhärchen umgestaltet wird. Die Zellenbildung auf der einen Seite der Spore, und die Bildung der Wurzelhärchen, welche noch aus einzelnen der neugebildeten Zellen hervortreten, geht mehr oder weniger schnell vor sich, und aus ersterem bildet sich eine herzförmige blattartige Ausbreitung, welche durch die Wurzelhärchen an der Basis in der Erde befestigt wird. Herr Bischoff hat aber neuerlichst gelehrt, dafs diese blattartige Ausbreitung bei den Marchantien erst der Vorkeim sei, und dafs er nächstens die Entwickelung der Keimpflanze näher beschreiben werde. Was Herr Bischoff hier mit dem Namen eines Vorkeimes belegt, das ist offenbar mit dem Keimblatte der Farrn und den Keimfäden der Moose zu vergleichen, und daher auch mit ersteren Namen zu belegen.

Herr Schleiden*) hat die Kügelchen, welche in den Sporen der Marchantia vorkommen, für Zellenkerne oder sogenannte Cytoblasten ausgegeben und erklärt, dafs daselbst nur 2 bis 4 zur Bildung der Zellen gelangen, während sich die anderen mit Chlorophyll überziehen; indessen ich glaube, dafs sowohl diese Ansicht unrichtig ist, als auch die Art der Zellenbildung in jenen Sporen, wie sie Herr Schleiden auf seinen Abbildungen Fig. 18—20. angedeutet hat. Dergleichen Sporen haben keinen Zellenkern,

*) Beiträge zur Phytogenesis — pag. 21.

wohl aber Zellensaftkügelchen, welche aufgelöst und bei der Bildung der neueren Zellen verbraucht werden.

Ueber den Keimungsprozefs der Riccieen-Sporen haben wir neuerlichst durch Herrn Lindenberg (l. c. pag. 402.) einige vorläufige Nachrichten erhalten. In der ersten Zeit wurde ein Anschwellen des Randes der Sporen beobachtet, aber zwischen dem 14ten und 20sten Tage dehnte sich dieser Rand an einigen Stellen zugleich aus, und wenn die Sporen warzige Auswüchse hatten, so waren es diese, welche sich zuerst entwickelten, und bald liefs sich eine Wurzelzaser durch Verlängerung eines der Auswüchse wahrnehmen. Die braune Farbe der Spore verwandelte sich in eine grüne, und die verschiedenen Auswüchse wurden zu besonderen Zellen. Leider wurden die Pflänzchen nicht weiter geführt. Die interessanten Angaben des Herrn Kützing *) nach welchen die Entwickelung der Riccia crystallina durch Copulation der Fäden von Conferva genuflexa erfolgen soll, die sogar in Form von Zellen das Gewebe der Riccie bilden soll, sind dadurch freilich noch nicht widerlegt, aber die Botaniker werden denselben wohl ebenso vielen Glauben schenken, als den berühmten Beobachtungen über die Metamorphose des Hafer's in Roggen.

Ich habe im Vorhergehenden die Structur, die Bildung und den Keimungsprozefs der Farrn, der Laub- und Lebermoose so ausführlich abgehandelt, um damit klar vor Augen zu stellen, in wie weit man diese Familien der cryptogamischen Gewächse in Hinsicht der Structur ihres Saamen's und der Entwickelung ihres Embryo's mit Sicherheit in das natürliche System von Jussieu stellen kann.

Alle Versuche sind mifsglückt, durch welche man die Identität zwischen den Erscheinungen bei dem Keimungsprozesse der Saamen höherer Pflanzen und denjenigen der genannten cryptogamischen Familien zu erweisen suchte, doch offenbar hielt man sich hierbei zu sehr an unwesentliche Erscheinungen, und übersah dadurch die Analogie,

---

*) Linnaea VIII. pag. 316.

welche sich dem Wesentlichen nach zwischen diesen Bildungen sehr wohl nachweisen läfst.

Wünscht man einen Vergleich, so vergleiche man die Sporen dieser cryptogamischen Familien mit dem Zellenbläschen, als welches sich der Embryo der phanerogamischen Gewächse bei seinem ersten Auftreten darstellt; in dem Keimschlauche, welchem die Spore unmittelbar entwächst, suche man ein Analogon von der auftretenden Achse bei höheren Gewächsen, aus welcher sich das Keimblatt oder die Keimfäden entwickeln, welche wir im Vorhergehenden bei den Moosen, den Lebermoosen und den Farrn kennen gelernt haben, welche sich aber auch bei den Equiseten und den Lycopodien finden, wie es die Versuche von Vaucher *) und von Salisbury **) dargethan haben. Erst nach der Ausbildung des Keimblattes oder der Keimfäden, welche wir sogleich als Analoga der Cotyledonen näher bezeichnen werden, tritt die gröfsere Ausbildung der Achse ein, und mit dieser bildet sich nun am oberen Ende die Plumula und am unteren die Hauptwurzel. Das Keimblatt bei den Farrn ist dem scheidenförmigen Cotyledon der Monocotyledonen zu vergleichen, und die Einschnürung am oberen Rande berechtigt noch nicht die beiden seitlichen Lappen des Keimblattes für zwei entgegenstehende Cotyledonen zu halten, denn wir kennen Fälle, wo der Cotyledon auch bei monocotyledonischen Gattungen noch viel bedeutender gespalten ist. Herr C. H. Schultz ***) hat sogar eine ganze Reihe von Gründen angegeben, wefshalb das Keimblatt der Farrn nicht mit den Cotyledonen der höheren Pflanzen zu vergleichen wäre, dieselben sind aber wohl sehr leicht zu beseitigen. Die Bildung von besonderen Wurzelhärchen, welche das Keimblatt zeigt und von den Wurzeln der künftigen Pflanze ganz verschieden sind, kann doch nicht von so hoher

*) Mém. de la Soc. de Phys. et d'hist. nat. de Genève. I. pag. 329—392.

**) Linnean. Transact. XII. pag. 365.

***) Die Natur der lebendigen Pflanze. II. pag. 460.

Wichtigkeit sein, als man glaubt, denn da hier bei den Farrn die Bildung des Keimblattes aufserhalb besonderer Saamenhüllen vor sich geht, und die Spore verhältnifsmäfsig nur sehr wenigen Nahrungsstoff zur Bildung des Keimblattes besitzt, so müssen auch sogleich die eigenen Wurzelhärchen hervortreten, um dem Keimschlauche zur Bildung der übrigen Zellenmasse Nahrungstoff zuzuführen.

Herr Schultz glaubt ferner, dafs die innere Organisation des Cotyledon's und die des Embryo der jungen Pflanze ganz gleich ist, das Keimblatt der Farrn habe dagegen von der jungen Farrnpflanze eine ganz verschiedene Organisation. Hiegegen läfst sich indessen sehr Vieles einwenden, und hauptsächlich ist der Vordersatz in jener Behauptung theils unrichtig, theils unverständlich. Der dritte Einwurf gegen jene Analogie zwischen dem Keimblatte der Farrn und dem Cotyledon der Phanerogamen, welchen Herr Schultz am angeführten Orte aufgestellt hat, ist mir gänzlich unverständlich geblieben.

Ich habe im Vorhergehenden die Sporen der Farrn und Moose mit der Embryobildung der höheren Gewächse in ihrem ersten Auftreten verglichen, und um diese Ansicht einigermafsen noch mehr zu unterstützen, führe ich schliefslich noch an, dafs der Embryo einiger Monocotyledonen, wie z. B. bei den Orchideen, im reifen Saamen ebenfalls eine sehr einfache Structur zeigt, indem er hier fast ganz auf seiner zweiten Entwickelungsstufe zurückbleibt, und eine einfache zellige Kugel zeigt, dafs sich also auch in diesen Fällen die Bildung der übrigen Theile des Embryo's erst bei dem Keimungsakte zeigt.

Das Keimen der Charen-Sporen verhält sich eben so einfach, als die Structur derselben, und wurde zuerst von Herrn Vaucher*), unserem genauen Algenbeobachter, beschrieben und durch Abbildungen dargestellt; später haben

*) Mém. sur les Charagnes. — Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. I. pag. 168.

die Herren Kaulfuss *), Bischoff **) und C. H. Schultz ***) über eben denselben Gegenstand ausführlicher gehandelt.

Wenn die Charen-Sporen zu keimen beginnen, so öffnet und erweitert sich ihre äufsere Hülle an dem Narbenende, und es tritt ein einfacher Keimschlauch hervor, der sehr bald jene Rotationsströmung zeigt, von welcher im 2ten Theile dieses Buches ausführlich die Rede war. Wenn man in diesem Zustande die Hülle der Spore vorsichtig zerstückelt, so wird man sehen, dafs der Keimschlauch eine unmittelbare Fortsetzung der inneren Sporenhaut ist, und dafs ein grofser Theil von dem Amylum und den Oeltröpfchen aufgelöst ist, welches vorhin die Höhle der Spore vollständig anfüllte, während die noch zurückgebliebenen festen Massen die Rotationsströmung zeigen. Alsbald entsteht in dem hervorwachsenden Keimschlauche eine Querwand, wodurch der neue Schlauch von dem Schlauche der inneren Sporenhaut abgeschlossen wird, sich sofort weiter verlängert und immer wieder theilt. Sobald sich das erste Glied in dem Keimschlauche gebildet hat, sehen wir auch das Hervortreten von Wurzelhärchen aus dessen Basis.

Sechstes Capitel.

Von der Fortpflanzung der Algen, der Pilze und der Flechten.

Die Algen bieten in der Art ihrer Vermehrung sehr grofse Verschiedenheiten dar, und obgleich diese Gewächse, besonders in diesem Jahrhundert, von vielen Botanikern mit anhaltendem Fleifse beobachtet sind, so wissen wir denn doch nur von wenigen Gruppen dieser grofsen Familie ihre

*) Ueber das Keimen der Charen. Halle 1825.

**) Die cryptogamischen Gewächse. 1te Lieferung. Nürnberg 1828.

***) Die Natur der lebendigen Pflanze. II. pag. 471.

vollständige Vermehrungsweise. Ich selbst habe der Beobachtung dieses Gegenstandes viel Zeit geopfert, aber hat man erst die gewöhnlichsten Fruchtbildungen dieser Gewächse beobachtet, so ist es später immer nur als ein glücklicher Zufall anzusehen, wenn man hier und da wieder etwas Neues findet. Es würde eine eigene Schrift erforderlich sein, wollte man die Fortpflanzung der Algen nach den vorhandenen Beobachtungen vollständig darstellen, daher möge es mir erlaubt sein nur das Hauptsächlichste an diesem Orte mitzutheilen. Der Gegenstand ist von gröfstem Interesse, er berührt auch diejenigen Geschöpfe, welche so einfach gebauet sind, dafs man sich zu verschiedenen Zeiten darüber gestritten hat, ob dieselben zu den Pflanzen, oder ob sie zu den Thieren zu bringen sind.

Aller Mühe ungeachtet hat man bei den Algen noch keine besonderen Organe auffinden können, aus welchen man mit Sicherheit auf eine Geschlechtsverschiedenheit bei diesen Pflanzen hätte schliefsen können, indessen einige der Angaben, welche im Folgenden vorkommen werden, möchten denn doch von der Art sein, dafs sie zu ferneren Beobachtungen über diesen Gegenstand von Neuem auffordern.

Bei der Gattung Vaucheria De C. (Ectosperma Vauch.) glaubte einst Vaucher *) verschiedene Geschlechtsorgane aufgefunden zu haben; die Kapseln oder Sporenbehälter hielt er für das weibliche Geschlechtsorgan, und in den danebenstehenden gekrümmten Schläuchen (cornes Vauch.) glaubte er die Antheren zu sehen; ja in der Krümmung dieser Schläuche sollte der Befruchtungsakt bestehen. Die Grundlosigkeit dieser Ansicht habe ich später **) nachgewiesen, indem ich Trentepohl's ***) Vermuthung, dafs diese Hörner nur unvollkommen ausgebildete Aeste sind, durch Beobachtungen erwies. Die von mir daselbst mitgetheilten Abbildungen zeigen, wie aus einem solchen gekrümmten

*) Hist. des Conferves d'eau douce A. Genève. 1803. pag. 17.

**) Beiträge zur Physiologie und Systematik der Algen. — N. Acta Acad. C. L. C. T. XIV. pag. 434.

***) In Roth's Botanischen Bem. etc. 1807. pag. 205.

Aestchen ein neuer Ast mit einer neuen Frucht hervorgeht u. s. w. Ganz neuerlichst hat Herr Morren *) in den Schläuchen der Conferva dissiliens besondere männliche Geschlechtsorgane aufzufinden geglaubt. Er sagt, dafs die Zellen dieser Conferve eine fast gleichmäfsige Masse enthalten, in welcher einige besondere Kügelchen vorkommen, welche zu helleren Bläschen werden, die mehr gelb als die übrige Masse sind, und im Inneren dunkele Pünktchen von brauner oder rother Farbe zeigen. Diese besonderen Kugeln hält Herr Morren für männliche Geschlechtsapparate, welche auf den übrigen Theil des Zelleninhaltes eine wahre Befruchtung ausüben. Es ist zu bedauern, dafs der Gegenstand nicht durch Abbildungen verdeutlicht ist; an Conf. dissiliens habe ich selbst dergleichen Kugeln nicht gesehen.

Dagegen hat man bei einigen Conferven Erscheinungen beobachtet, welche wohl als ein Analogon geschlechtlicher Vereinigung behuf's der Saamenbildung anzusehen wären; ich meine hiermit dergleichen Verbindungen der Schläuche nebeneinander liegender Fäden, wie sie an den Abbildungen von Conferva bipunctata Dillw. (Fig. 11.) und Spirogyra princeps Lk. (Fig. 12.) auf beiliegender 10ter Tafel zu sehen sind, und unter dem Namen: Conjugation, Copulation und Paarung der Conferven schon oftmals beschrieben sind. Diese Conjugation ward durch O. F. Müller **) an verschiedenen Conferven zuerst beobachtet; Hedwig***) gab vortreffliche Abbildungen dazu, und Vaucher (l. c. pag. 37.) untersuchte den Gegenstand mit grofser Genauigkeit; er fand die Erscheinung bei einer grofsen Reihe von Conferven, welche er als Conferves conjugées bezeichnete, und gründete darauf die Gattung Conjugata. Endlich fand man diesen Namen gesetzwidrig und nannte die Gattung Zygnema; zuletzt ist noch die Gattung Spirogyra durch Herrn Link von den Vaucher'schen Conjugaten getrennt.

---

*) Bull. de l'Acad. des scienc. de Bruxelles. 1837. pag. 303.

**) Nova Acta Petropolit. 1785. Pars III. pag. 97. etc. Tab. II. etc.

***) Theoria generation. etc. Ed. alt. 1798. Tab. XXXVII.

Die Copulation dieser Conferven zeigt sich in folgender Weise. Die Zeit, in welcher die Erscheinung auftritt, ist sehr verschieden, ich habe dieselbe bei verschiedenen Arten schon in den ersten Frühlingstagen wahrgenommen, ich habe sie mitten im Sommer gefunden und ebenso auch noch spät im Herbste. Zuweilen findet man in gewissen Gegenden fast alle Conferven der Art zu gleicher Zeit in Copulation, und zu anderen Zeiten gehört die Erscheinung zu den gröfsten Seltenheiten. Wenn der Zeitpunkt der Copulation eintritt, so zeigen sich seitlich und fast ganz regelmäfsig in der Mitte der Glieder kleine warzenförmige Auswüchse, wie man es in Fig. 10. Tab. X. in f, g, h und i sehen kann; gewöhnlich wird ihre Gröfse nur wie in h, oder wie bei g Fig. 11. ebendaselbst, und dann verbinden sich dieselben mit den ähnlichen Wärzchen der nebenanliegenden Conferven-Fäden, wie es Fig. 11. zeigt. Es ist wahrscheinlich, dafs die Entwickelung dieser Wärzchen nur an nebeneinander liegenden und sich berührenden Fäden auftritt, doch, wie es auch die Abbildungen zeigen, diese Wärzchen sind nicht an allen Schläuchen gleich grofs, oder vielmehr, sie treten nicht immer gleichzeitig auf. Es ist ganz gewöhnlich der Fall, dafs an conjugirten Fäden jedesmal die gegenüberstehenden Glieder derselben auf die angegebene Weise in Vereinigung treten, da aber nicht immer diese Glieder von gleicher Länge sind, und die Wärzchen ziemlich regelmäfsig aus der Mitte des Gliedes hervorgehen, so nehmen dieselben mitunter eine schräge Stellung an, um sich gegenseitig zu erreichen, wie dieses auch in Fig. 11. und Fig. 12. zu sehen ist; ja mitunter, wenn zwei kleine Glieder einem längeren gegenüberstehen, vereinigen sich die Wärzchen der beiden kleinen Glieder mit dem einen Wärzchen des langen Gliedes. Mitunter kommt es auch vor, dafs ein einzelnes Glied eines Fadens, wie bei i Fig. 11. ohne Conjugation mitten in der Reihe zurückbleibt. Das Auftreten dieser Begattungswärzchen geschieht sehr regelmäfsig und stets in einer geraden Richtung, doch kommt es sehr häufig vor, dafs ein solcher Fa-

den in einer langen Strecke auf der einen Seite mit einem anderen Faden verbunden ist, ganz wie gewöhnlich, dagegen ist derselbe Faden in einer anderen Strecke und gerade auf der entgegengesetzten Seite, noch mit einem dritten Faden conjugirt. Ja selbst die Glieder eines und desselben Faden's können sich mit einander conjugiren, wenn die Enden desselben so gebogen sind, dafs sie neben einander zu liegen kommen. Verschiedene Fälle der Art sind auch in den Werken von Vaucher und von Lyngbye *) abgebildet. Es ist aber noch niemals beobachtet worden, dafs ein und dasselbe Glied nach beiden Seiten hin auswächst, und sich mit zwei verschiedenen Fäden verbindet.

Sobald sich die Spitzen dieser Begattungswärzchen berühren, geschieht ein inniges Verwachsen derselben, wobei sie häufig etwas wulstartig anschwellen, wie z. B. bei h Fig. 11. Mit dieser Vereinigung erfolgt eine Resorption der Zellenwände, welche sich aneinander gelegt haben, und sobald diese vollständig erfolgt ist, zeigen die conjugirten Glieder die offenste Communication mit einander; ja die Verwachsung der Begattungswärzchen nach erfolgter Resorption der Querwände geschieht mitunter so vollständig, dafs ich zuweilen mit aller Aufmerksamkeit, und bei Anwendung der entsprechendsten Vergröfserungen keine Spur irgend einer Linie habe wahrnehmen können, welche die erfolgte Vereinigung hätte andeuten können. Ich halte diese Beobachtung für wichtig, indem sie uns zeigt, dafs auch in anderen Fällen ähnliche vollkommene Verwachsungen auftreten können, wo es uns aber nicht so leicht wird dieselbe zu erweisen.

Gewöhnlich pflegt gleich mit dem Auftreten der Begattungswärzchen eine Veränderung in der Lagerung des Inhaltes der Schläuche stattzufinden, die Masse, welche sich bei verschiedenen Gattungen und Arten sehr verschieden geformt findet, besteht aus einem, durch Chlorophyll gefärbten Schleime, worin mehr oder weniger grofse Kügelchen von ähnlicher

---

*) Tentamen Hydrophytologiae Danicae. 1819. Tab. 58—60.

Farbe und in sehr verschiedener Anzahl vorhanden sind, in welchem sich häufig (S. Band II. pag. 275.) auch Amylum-Kügelchen vorfinden; diese Masse löst sich allmälich von den Wänden, nimmt eine unregelmäfsige, verworrene Lagerung an und, nachdem sie sich zu einem zusammenhängenden Klumpen vereinigt hat, zieht sie durch die geöffneten Begattungswärzchen aus dem einen Gliede in das gegenüberstehende conjugirte Glied. Dieses Hinübertreten der formlosen Substanz geschieht sehr langsam, und es ist keine äufsere Ursache aufzufinden, durch welche es veranlafst werden könnte. Die geheime Attraction, welche die gegenseitige Bildung der Begattungswärzchen an den gleichgebaueten Gliedern dieser Conferven hervorruft, eben diese scheint auch zwischen den Substanzen zu herrschen, welche im Inneren dieser Glieder enthalten sind; es tritt der Inhalt des einen Gliedes in das andere verbundene Glied über; hier vereinigen sich die Massen beider Glieder und bilden eine Kugel, aus welcher der Saame oder die Frucht hervorgeht. Es ist besonders auffallend, dafs an solchen conjugirten Fäden, oft auf langen Strecken hin die Glieder des einen Fadens, als die empfangenden erscheinen, und sich daher in diesen die Saamen bilden, während die Glieder des anderen Fadens durch den Austritt ihres Inhaltes leer geworden sind, und in diesem Zustande oft noch viele Wochen und Monate mit der Saamen-tragenden Conferve in Verbindung bleiben. Man kann aber nicht die Ansicht aufstellen, dafs die einen Fäden als die männlichen, die anderen dagegen, als die weiblichen anzusehen sind, denn man findet, dafs sie hierin in ihrem Verlaufe wechseln, dafs nämlich an irgend einer Stelle die Substanz aus den Gliedern des Saamen-tragenden Fadens in die conjugirten Glieder des anderen Fadens übergeht und hier, nach erfolgter Vereinigung die Saamen bildet. Wollte man aber dennoch auch bei der Conjugation der Conferven wirkliche Geschlechts-Verschiedenheit herauserkennen, so könnte dieselbe hier nur zwischen den mit einander verbundenen Glieder angenommen werden, wobei

das eine die männliche Function, das andere dagegen die Empfängnifs verrichtet. Doch diese Annahmen können nicht erwiesen und auch nicht widerlegt werden; in der Structur der sich vereinigenden Glieder zeigt sich nichts, welches auf eine solche Verschiedenheit zu schliefsen berechtigen könnte.

Bei der Gattung Spirogyra Lk. zeigt sich die Conjugation noch viel auffallender, indem die Structur dieser Conferven schon sehr bedeutend complicirter ist. Die Glieder der gleichmäfsigen Fäden dieser Conferven sind sehr fest mit einander verwachsen und lösen sich nach meinen Beobachtungen niemals in ihren Verwachsungsflächen; dagegen tritt hier mit gröfserer Deutlichkeit eine innere Haut auf, welche die innere Fläche jedes Gliedes auskleidet und anfangs so äufserst zart ist, dafs man in ihr nur eine Schleimablagerung erkennt, aber ähnlich verhält es sich überhaupt mit der inneren Haut, welche den Gliedern der Conferven u. s. w. zukommt. Schon im ersten Theile dieses Buches pag. 169 habe ich angegeben, dafs diese Spirogyren-Fäden noch von einer schleimigen Hülle äufserlich umkleidet werden; diese Hülle löst sich um die Zeit, wenn die Pflanzen absterben oder in die einzelnen Glieder zerfallen, entweder allmälich ganz auf, oder sie fällt in mehr oder weniger grofsen Stücken ab, und dann bleibt der Faden ganz einfach zurück, wie er in Fig. 12. Tab. X. dargestellt ist. Das Characteristische dieser Gattung ist, dafs sich auf der inneren Fläche der einzelnen Glieder spiralförmig verlaufende Bänder einer grüngefärbten Substanz befinden, deren Breite, Form und Beschaffenheit sehr mannigfaltig verschieden ist. Die verschiedenen Arten und Unterarten zeigen auch in der Anzahl dieser grünen Spiralbänder die gröfste Verschiedenheit. Die Substanz dieser Spiralbänder ist sehr weich, sie läfst sich durch Weingeist und Oele entfärben, löst sich aber, selbst in kochendem Wasser nicht auf; in der Mittellinie derselben kommen zu gewissen Zeiten und in ziemlich regelmäfsigen Abständen, kleine Kügelchen eingelagert vor,

welche anfangs eine dunkelgrüne Farbe zeigen und mit den gefärbten Zellensaftkügelchen anderer Pflanzen zu vergleichen sind, später werden sie sehr oft gröfser und, wie es Herr Mohl zuerst beschrieben hat, enthalten Amylum*). Mitunter sieht man alte Spirogyren-Fäden, die sich nicht conjugirt haben, bei denen die grüne Substanz der spiralen Bänder fast ganz verschwunden ist, dagegen finden sich statt der einzelnen Kügelchen, kleine Gruppen von 2, 3 und 4 gröfseren und mehreren kleineren Kügelchen, welche fast ganz ungefärbt sind und ebenfalls aus Amylum bestehen. Bei dem Allen darf man jedoch nicht den Satz aufstellen, dafs die Kügelchen in den grünen Spiralbändern der Spirogyren immer aus Amylum bestehen. Ich hielt diese Amylum-Körner früher (1827) für Sporen, und Herr Ehrenberg **) hat hierin Gebilde erkannt, welche den Saamendrüschen der Infusorien zu vergleichen sein sollen, er ist aber dabei geneigt die Spirogyren noch bei den Pflanzen stehen zu lassen.

Wenn man die Spirogyren-Fäden mittelst Glasplatten unter dem Mikroskope etwas quetscht, so lösen sich augenblicklichst die grünen Bänder von der inneren Fläche ab, und nun kann man sehen, dafs sich die Substanz dieser Fäden verkürzt und dafs dieselben dadurch an Breite zunehmen; oder die Substanz der Bänder zerreifst hie und da, und die zusammenhängenden Enden ziehen sich zu breiten, elliptischen, oder unregelmäfsigen spatelförmigen Gebilden zusammen, bis sich endlich auch diese wieder auflösen; es ist also eine weiche und elastische Substanz.

Sehr bemerkenswerth ist das Vorkommen eines sehr eigenthümlichen Centralorganes im Inneren eines jeden

---

*) Anmerkung. Als ich diese Gebilde im Jahre 1826 mit einem alten unachromatischen Mikroskope (S. Linnaea von 1827. Fig. 424.) beobachtete, nannte ich sie „Kügelchen oder Bläschen" indem der schattige Rand, rund um dieselben mich darüber in Ungewifsheit liefs.

**) Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. etc. Leipzig 1838. pag. 99.

Gliedes der Spirogyren, dessen Bedeutung uns noch unbekannt ist; ich entdeckte dieses Gebilde zu Cöln im Jahre 1826 *), habe es seit jener Zeit bei jeder Gelegenheit zu beobachten gesucht, und habe auch die Structur desselben deutlicher erkannt, aber die Function desselben ist mir noch ziemlich dunkel geblieben. Man bemerkt dieses Organ in der Mitte eines jeden Gliedes, doch zeigt es nach dem verschiedenen Alter der Conferve sehr verschiedene Formen. An jungen Fäden zeigt es sich bei der Ansicht von Oben, als eine schmale Zelle, welche in dem Querdurchmesser des Gliedes gelagert ist, und im Inneren noch einen festen kugelförmigen Körper enthält der etwas grünliche Färbung besitzt, die aber unter dem achromatischen Glase gänzlich verschwindet. Trennt man um diese Zeit jenes Gebilde durch leises Zerdrücken der Fäden, so erkennt man darin eine vollkommene kreisrunde tafelförmig zusammengedrückte Zelle. Eine solche Zelle ist in der Mitte eines jeden Gliedes auf der Kante stehend, und wird in ihrer Lage durch äufserst feine Fäden erhalten, welche nach einer gewissen Regel und von bestimmten Punkten aus, nach den verschiedenen Richtungen der Zellenwände verlaufen und daselbst befestigt sind; sehr oft sind diese überaus feinen Fäden auch verästelt und bestehen aus einer ganz schleimigen etwas gelblichen Substanz, welche augenblicklichst zusammenfliefst, wenn die ausgespannten Fäden abgerissen werden. Bei der Spirogyra quinina, wo nur ein einzelnes grünes Band auf der inneren Fläche der Glieder vorkommt, da wird jenes Centralorgan nur durch einige wenige solcher Fäden aufgehängt, und hier kann man sehr bestimmt sehen, dafs diese Fäden nicht mit dem grünen Spiralbande in Verbindung stehen, sondern auch unmittelbar an der inneren Fläche der Schlauchwand befestigt sind. Bei der Spirogyra princeps, und hauptsächlich bei derjenigen Varietät, welche man als Zygnema nitidum bezeichnet findet, da ist die Zahl der Fäden, mit welchen jenes Centralorgan

*) S. Linnaea von 1827. pag. 428.

aufgehängt ist, sehr grofs; sie laufen hier büschelförmig von dem Seitenrande, wie auch von den Flächen aus nach verschiedenen Richtungen hin, und da läfst sich dann nicht mehr sehen, ob die Fäden mit den grünen Bändern, oder ob sie mit der Zellenwand in Verbindung stehen, mir scheint es, dafs sie hier, ganz zufällig an verschiedenen Punkten mit beiden in Berührung stehen. In älteren Spirogyren-Fäden dehnt sich jene schmale Zelle, als welche das Centralorgan anfangs erschien, in eine mehr oder weniger vollkommen kugelrunde aus, nimmt aber auch mitunter eine etwas eckige Gestalt an, und wenn diese Umwandelung vollendet ist, so erkennt man an derselben einen Kern, welcher aus einer gummiartigen, etwas hellgrünlich gefärbten Substanz besteht. Dieser Kern befindet sich im Inneren von zwei besonderen Blasen, welche in einander stecken; die innere ist ungefähr halb so grofs als die äufsere, beide sind von der zartesten Membran gebildet und enthalten eine schleimige Flüssigkeit. Wenn man die alten Spirogyren-Fäden zwischen Glasplatten zerdrückt, so werden diese Centralorgane von ihren Fäden abgerissen, und man erhält sie dann, sehr oft ganz unverletzt, frei aufserhalb der Zelle; ich habe zweimal an solchen getrennten Organen gesehen, dafs der Kern aus der inneren Blase langsam hervortrat, sich dabei wie eine ganz weiche Substanz verhielt, welche sich in den Raum zwischen der äufseren und der inneren Blase lagerte und dabei eine Wurmform annahm, sich aber nicht bewegte. Bald darauf traten auch kleine ungefärbte Moleküle in diesem Zwischenraume auf, welche etwas Molekular-Bewegung zeigten. Die zarten Membranen dieser beiden Blasen sind aber noch so weich, dafs sie sich nach der leisesten Verletzung zusammenziehen und zu einer formlosen Schleimmasse umwandeln. Dieses ist denn auch ziemlich Alles, was ich in den letzten 5 bis 6 Jahren mit der unglaublichsten Zeitaufopferung an diesem eigenthümlichen Organe habe beobachten können; sein Verhalten gegen Alkohol u. s. w. habe ich schon früher mitgetheilt und kann defshalb darauf verweisen; ich vermuthete

damals *), dafs aus dem Inneren dieser beschriebenen Centralorgane jedesmal ein Infusorium hervorkomme, indem ich in einer Masse solcher absterbenden Conferven-Fäden ähnliche Blasen fand, aus welchen, wie ich es daselbst Fig. 15. abgebildet habe, ganz vollständige Infusorien hervorgingen, ich habe es aber nicht unmittelbar gesehen, und es war daher wohl ganz wahrscheinlich, dafs jene Infusorien vielleicht auf andere Weise daselbst entstanden waren. Im vergangenen Herbste bin ich in der That wiederum so glücklich gewesen, und habe abermals im Inneren dieser Blase ein eben solches Infusorium gesehen, wie im Jahre 1827 zu Cöln, ob aber das Auftreten dieser Infusorien im Inneren jener Blasen allgemein ist, oder ob dieses Thier daselbst nur parasitisch, wie ein Entozoon auftritt, das kann ich noch immer nicht bestimmen, vermuthe aber Letzteres; auch habe ich ein ähnliches Centralorgan noch in anderen Conferven gefunden. Nach unseren gegenwärtigen Beobachtungen möchte es erlaubt sein, über die Bedeutung dieses Centralorganes zwei Ansichten aufzustellen; man könnte es wohl für ein Analogon des Zellenkernes halten, welcher auch sehr oft durch feine Schleimfäden nach den verschiedenen Richtungen hin aufgehängt ist; der Zellenkern ist zwar gewöhnlich platt, aber in den Pollenkörnern vieler Pflanzen, wie z. B. in Fig. 3. Tab. XI. u. s. w. sind auch ähnliche Gebilde von kugelrunder Gestalt, doch zeigen sie nur eine einfache Haut. Sollte diese Ansicht die richtige sein, so werden auch die fortgesetzten Beobachtungen über diesen Gegenstand keine weitere Aufklärung geben. Vielleicht ist aber dieses Centralorgan dennoch als ein Gebilde anzusehen, welches sich auf die geschlechtliche Function bezieht, die sich auch hier durch die Conjugation so äufserst auffallend zeigt; mir selbst scheint diese Ansicht in Folge wirklicher Betrachtung über die Structur und das Verhalten dieses Organes gar nicht unwahrscheinlich, doch eine einzige glückliche Beobachtung

*) l. c. pag. 431.

könnte hierüber sofort entscheiden; es wäre wohl möglich, dafs sich aus dem Kerne des Organes Saamenthierchen entwickelten, derselbe hat grofse Aehnlichkeit mit den Zellchen in den Pollenfäden der Charen.

Neuerdings hat auch Herr Ehrenberg *) diesen Gegenstand berührt und in Folge flüchtiger Beobachtung zu sehen geglaubt, dafs jenes Centralorgan durch strahlenartige Kanäle nach allen Seiten der Zelle hin wirksam erscheine. Schade, dafs er nicht näher angiebt, wie er dazu gekommen ist, in jenen feinen Schleimfäden Kanäle zu erkennen! Die grünen Spiralbänder seien im direkten Zusammenhange mit den Centralorganen, und aus den Spiralbändern ziehe sich der grüne Inhalt später in das Centralorgan zurück, um die glatte oder strahlige Kugel zu bilden, welche zuletzt in den einzelnen Gliedern einzeln sichtbar ist; leider kann ich keine dieser Angaben bestätigen.

Bei diesem so complicirten Baue, welchen die Spirogyren zeigen, erfolgt die Conjugation der Fäden ganz in derselben Art, wie wir es vorhin bei den anderen Conferven kennen gelernt haben, und wir sehen hier wie dort, dafs sich der Zelleninhalt entweder gleich mit dem Auftreten der Befruchtungswärzchen von den Wänden trennt, und zu einer zusammenhängenden Masse zusammenballt, oder erst einige Zeit nachher, nachdem schon die Conjugation vollständig erfolgt ist. Bei dem Zusammenballen des Zelleninhaltes wird auch jenes Centralorgan mit seinen Fäden gelöst, und geht mit der grünen Masse zu der Zelle des conjugirten Fadens über, woselbst sich diese Substanzen vereinigen und endlich eine, mehr oder weniger eyrunde oder auch elliptische Kugel bilden, in welcher ich keine Spur jener Centralorgane wiederfinden konnte.

Die sphärische Masse, welche sich in Folge der Conjugation in dem einen der Glieder der Conferve bildet, lagert sich in der Mitte desselben und zeigt alsbald eine

*) Die Infusionsthierchen etc. pag. 99.

ungefärbte Oberfläche, welche anfangs ein schleimiges Ansehen hat, sehr bald aber zu einer wirklichen zarten und ungefärbten Membran erhärtet, welche die äufsere Saamen- oder Sporenhaut bildet. Bei der Gattung Spirogyra, wie es auch die Abbildungen der Sporen in e, e Fig. 12. Tab. X. zeigen, bildet sich später eine zweite Haut auf der inneren Fläche der ersteren, und diese zweite ist hier nicht nur ausgezeichnet dick, sondern sie zeigt auch eine auffallend schöne grüne Färbung. Nach einiger Zeit zeigt sich auch der Inhalt dieser Sporen in ähnlicher spiraler Anordnung, wie wir sie schon in den Gliedern der ausgewachsenen Conferve kennen gelernt haben. Dieses ist die Saamenbildung in Folge der Copulation der Conferven, indessen ganz ähnliche Saamen bilden sich auch ohne Copulation in den Gliedern dieser Conferven, und zeigen, so weit ich es habe sehen können, ganz dieselbe Gröfse und eben dieselbe Structur; ob dieselben aber auch zur Entwickelung kommen, wie jene, die durch Conjugation entstanden sind, habe ich noch nicht bestimmen können.

In Fig. 13. Tab. X. sind dergleichen Saamen der Spirogyra princeps dargestellt, welche sich ohne Conjugation gebildet haben, und bei Spirogyra quinina ist es sehr allgemein; auch sie zeigten doppelte Häute, aber die Masse in ihrem Inneren hat sich zu kleineren Blasen umgebildet, welche wahrscheinlich ebenfalls Sporen sein möchten, deren ferneres Verhalten ich aber nicht gesehen habe. Die Bildung dieser kleinen Blasen in dem eigentlichen Saamen ist aber nicht immer bei diesen nicht conjugirten Conferven zu finden, sondern gewöhnlich ist auch hier die grüne Masse spiralig angeordnet.

Diese Saamen der Spirogyren fallen mit den Häuten der Conferven-Glieder bald nach ihrer Bildung zu Boden, und hier bleiben sie bis zum nächsten Jahre liegen; oftmals bis zur Zeit ihrer Entwickelung immer noch innerhalb der leeren Schlauchhäute. Die Entwickelung oder das Keimen dieser Saamen wurde zuerst von Vaucher *)

*) l. c. Tab. IV. Fig. 5.

beobachtet und durch Abbildungen ziemlich richtig dargestellt, doch hat sich hierüber von Buch zu Buch eine sehr irrige Ansicht verbreitet. Man glaubt, dafs sich diese Saamen bei dem Keimen mittelst zweier Klappen öffnen, ja von einigen Botanikern wurden diese angeblichen Klappen sogar für cotyledonenartige Körper angesehen und es fehlte nur noch, dafs man diese Conferven zu den Dicotyledonen stellte. Eine genauere Beobachtung zeigt jedoch, dafs sich diese Sporen bei dem Keimen an dem einen ihrer Enden durch eine lange und mehr oder weniger unregelmäfsige Spalte öffnen, aus welcher dann ein junger, an beiden Enden zugespitzter Schlauch hervortritt, dessen Inhalt im Anfange noch nicht spiralförmig geordnet ist. Dieser junge Schlauch war in der vollkommen ausgebildeten Spore nichts weiter als die innerste Membran, welche sich beim Keimen auf ähnliche Weise ausdehnt und verlängert, wie die der Charen-Saamen. Wir haben also an den Saamen der Conferven, welche sich conjugiren, drei besondere Häute kennen gelernt; eine äufsere ungefärbte, eine zweite sehr dicke und bei den Spirogyren grüngefärbte, so wie eine äufserst zarte, welche die innerste Haut bildet, diese letztere kommt aber nicht zur Ausbildung, wenn sich in dem Inneren dieser Saamen noch kleinere bilden, wie in Fig. 13. Tab. X. Die grüne Farbe der zweiten Haut, ist der Substanz der Membran so fest insitzend, dafs ich sie selbst durch kochendes Terpenthin-Oel nicht ausziehen konnte.

Eine sehr beachtenswerthe Verschiedenheit bei der Conjugation dieser Conferven ward zwar schon durch Vaucher*) beobachtet, aber von den späteren Botanikern meistens ganz übersehen. Es kommen nämlich bei den genannten Conferven, wo die gewöhnliche Conjugation statt findet, auch Fälle vor, wo sich der Inhalt der Glieder nach erfolgter Conjugation von beiden Seiten aus in Bewegung setzt, sich in der Röhre der vereinigten Begattungswärzchen mit einander vereinigt, und auch an diesem Orte die

*) l. c. Tab. VII. Fig. 3 und 4.

Saamen gebildet werden. Vaucher beobachtete diese Erscheinung an seiner Conjugata decussata und C. pectinata und Lyngbye *) bildet das Zygnema compressum in einer Conjugation ab, aus welcher man schliessen möchte, dafs hier eine ähnliche Vereinigung stattgefunden habe, obgleich die Zeichnung hierzu nicht in allen Stücken pafst.

Noch auffallender zeigt sich diese Art der Conjugation bei den in Fig. 14 und 15. Tab. X. abgebildeten Conferven; auch hier geschieht die Sporenbildung nach erfolgter Conjugation nicht in den Gliedern, sondern in dem Inneren der zur Conjugation gebildeten seitlichen Auswüchse. Bei diesen Conferven erfolgt jedoch die Conjugation nicht an allen nebeneinander liegenden Gliedern, sondern in gewissen, mehr oder weniger regelmäfsigen Abständen, wodurch eine kettenförmige Verbindung entsteht. Fig. 15. e und k zeigt die Bildung der Spore durch die Anschwellung der bei der Conjugation vereinigten Masse, und hier zeigt sich auch der Fall, dafs die Conferve cd, welche auf der einen Seite mit dem Faden ab conjugirt ist, sich auf der anderen Seite noch mit dem Faden hi verbindet.

Bei einer anderen Conferve entdeckte Roth **) eine ähnliche Conjugation, wie bei den wahren Conjugaten Vaucher's, nur mit dem Unterschiede, dafs sich die Glieder dieser Conferve, wenn sie die Conjugation eingehen, knieförmig krümmen; Roth nannte defshalb diese Conferve: C. genuflexa, und Herr Agardh hat sogar die besondere Gattung Mougeotia darauf gegründet. Indessen schon nach Lyngbye's vortrefflichen Abbildungen zeigte es sich, dafs sich diese sogenannte Conferva genuflexa auch in der Art der wahren Conjugaten conjugirt, und ich habe dieses nicht nur selbst mehrfach beobachtet, sondern habe auch öfters gesehen, dafs die Conferva bipunctata, welche sich gewöhnlich wie die Spirogyren conjugirt, mitunter aber auch wie Conferva genuflexa, was hinreichend sein möge, um zu zei-

*) l. c. Tab. 58. 2.

**) Schrader's Journal für die Botanik. I. 1800. pag. 70.

gen, dafs dergleichen Charactere weder zur Begründung der Art, noch zur Begründung der Gattung anzuwenden sind.

Diese knieförmige Conjugation sieht man zu allen Jahreszeiten sehr häufig, es gehört aber wohl zu den gröfsten Seltenheiten, wenn man die gebildete Spore in den conjugirten Gliedern antrifft, denn bei sehr häufiger Beobachtung dieses Gegenstandes habe ich niemals das Uebergehen des Inhaltes des einen Gliedes in die Höhle des anderen Gliedes wahrgenommen, und ich glaube, dafs dieses in der Natur auch wirklich nicht geschieht. Dagegen habe ich den auffallenden Fall gesehen, wo sich auf der convexen Seite des gebogenen Gliedes zwei andere Conferven derselben Art mit ihren Enden, aufgesetzt hatten; sie standen in geringer Entfernung auseinander, und schon waren die Scheidewände an den vereinigten Stellen resorbirt.

Endlich kommt die Erscheinung der Conjugation noch bei mehreren der kleineren Algen vor, wovon einige noch namenlos umherirren; bei den Closterien dagegen ist sie schon seit einiger Zeit bekannt geworden, und zwar durch die vortreffliche Arbeit, welche Herr Morren *) im Jahre 1835 über die Closterien geliefert hat; derselbe beobachtete einmal an wahren Individuen die wahre Conjugation durch Bildung von ähnlichen Begattungswärzchen, wie wir sie bei den Conjugaten kennen gelernt haben. Die Bildung der Spore erfolgte hierauf durch Vereinigung des grünen Inhaltes der beiden verbundenen Hälften, aber nicht in der Höhle des Closterium's, sondern in der, durch die Verwachsung der Begattungswärzchen entstandenen Röhre, welche sich allmälich zu einer aufserordentlichen Gröfse ausdehnte um die grofse Kugel zu fassen, aus welcher sich wieder ein neues und zwar den alten gleich grofses Individuum entwickelt. Nach den mitgetheilten Abbildungen erfolgt diese Conjugation nicht nur mit den concaven Seiten, sondern auch auf den convexen, wie ich es ebenfalls

---

*) Sur les Clostéries. Ann. des scienc. nat. Ser. II. T. V. 1836. pag. 257.

ein einziges Mal zu sehen Gelegenheit hatte, aber nur an der kürzeren Hälfte, welche die Closterien so häufig zeigen, wenn sie durch Selbsttheilung entstanden sind, worüber erst später die Rede sein wird. In einem anderen Falle (Fig. 37. Tab. 11.) sah Herr Morren in Folge solcher Conjugation eine grofse elliptische Blase von grüner Farbe entstehen, worin zwei besondere Sporen gebildet waren, wozu aber auch die ganze Masse beider Individuen verbraucht wurde. Aufserdem beobachtete Herr Morren mehrmals die Conjugation von 4 Individuen, wovon sich 2 und 2 in der Mitte der concaven Fläche berührten, und dann zu 2 und 2 mit den Spitzen der kürzeren Enden vereinigten. In einem anderen Falle (Fig. 23.) sah er die Bildung einer Kugel im Mittelpunkte des Closterium's, wobei sich die Hörner sehr stark zusammenkrümmten, und die convexe Seite mit derselben eines anderen gleichgebildeten sich berührte. Herr Morren war hierin sehr glücklich, denn die meisten dieser Fälle der Conjugation sind bei uns noch nicht beobachtet worden; vielleicht ist Belgien sehr reich an Closterien, denn ich selbst sah 1827 im Garten zu Loewen in einen Kübel, worin Nymphaeen standen, dafs das ganze Wasser mit einer, mehrere Linien hohen, schön grün gefärbten Schicht bedeckt war, welche gänzlich aus Closterien bestand. Bei Closterium lineatum Ehr. sah Herr Ehrenberg *) schon 1832 mehrmals 2 ganz leere Panzer, mit der convexen Biegung einander zugekehrt, dicht beisammen liegend, mit einer offenen Querspalte in jedes Mitte einander genähert, und zu beiden Seiten desselben, zwischen ihnen 2 grofse, runde grüne Kugeln, welche Erscheinung ihn an die Saamenbildung der Confervae conjugatae erinnerte; wofür er sie aber keineswegs hielt. Auch mir scheint es, dafs dieser von Herrn Ehrenberg beobachtete Fall keine wahre Conjugation war, und demnach Herrn Morren die Entdeckung dieser Erscheinung bei Clo-

*) Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. Dritter Beitrag. Berlin 1834. pag. 95.

sterium zukommt. Ich habe im Vorhergehenden die Fortpflanzung der Conferven durch Conjugation so ausführlich behandelt, indem sie die einzige ist, welche man bei diesen Gewächsen mit der geschlechtlichen Fortpflanzung der höheren Pflanzen einigermafsen vergleichen kann. Die Conjugation ist eine, nur den Pflanzen zukommende Fortpflanzungsweise.

Wir haben schon im Vorhergehenden gesehen, dafs die Bildung der Saamen selbst bei den wahren Conjugaten ebenfalls ohne Conjugation im Inneren der einzelnen Glieder stattfinden kann; diese Art der Saamenbildung ist aber bei den Conferven die häufigste, und sowohl hier, wie in allen übrigen Fällen der Saamenbildung bei den Algen kann man die Frage aufstellen, ob diese Gebilde, durch welche sich die Algen wirklich fortpflanzen, als Saamen oder ob sie als Knospen zu betrachten sind. Diese Frage ist schon seit langer Zeit aufgestellt, und sie gehört zu denjenigen, welche nicht so recht beantwortet werden können. Wir werden sehen, dafs bei vielen Algen, obgleich ihnen alle Spur einer geschlechtlichen Verschiedenheit zu fehlen scheint, dennoch mehrfache Bildungen von Fortpflanzungsorganen vorkommen, wo man geneigt sein möchte die einen für Saamen, die anderen dagegen für Knospen zu halten. Wir müssen aber den Begriff festhalten, dafs die Bildung des Saamen's nur durch geschlechtliche Vereinigung erfolgt, und daher überall Knospen oder knospenartige Gebilde erkennen, wo die Fortpflanzung ohne jene stattzufinden scheint. Hier kommt uns die Benennung: Spore, welche man für die saamenartigen Gebilde der Cryptogamen gegeben hat, sehr zu Nutze.

Die Lagerung des Inhaltes der Conferven-Schläuche wird bei der systematischen Botanik gelehrt, weshalb ich darauf verweisen kann, um mich hier nur mit den Veränderungen zu beschäftigen, welche bei der Sporenbildung im Inneren der Schläuche der Conferven vor sich gehen. Einer der interessantesten Fälle ist bei der Sporenbildung der Vaucherien zu beobachten, er wurde von dem Recen-

senten des Vaucher'schen Werkes über die Conferven *) zuerst beobachtet, und von Trentepohl **) beschrieben. Man sah an den Vaucherien, welche unter Wasser wachsen ***), dafs sich die Spitzen der angeschwollenen Aeste öffnen und dafs eine, sich lebhaft bewegende Kugel zur Oeffnung hinaustrat, wefshalb man die Erscheinung mit dem Gebären lebender Keime verglich. Der Vorgang hierbei verhält sich ungefähr auf folgende Weise: Man sieht unter dem Mikroskope, dafs die Spitzen der Aeste allmälich anschwellen, indem immer mehr und mehr von der gleichmäfsigen Sporenmasse der Fäden dieser Conferve nach der Spitze hin aufsteigt. Endlich bildet sich aus dieser gleichmäfsigen, schleimigen, schön grüngefärbten und etwas körnigen Masse dicht an der Spitze eine runde oder ovale Sporenkugel; zuweilen bildet sich unter dieser noch eine zweite und dritte, doch gewöhnlich springt bald nach der Bildung der ersten Spore die Spitze auf und nun tritt die Spore hinaus. Die Oeffnung ist nicht immer grofs genug und dann mufs sich die Spore zu einer elliptischen Form zusammenschnüren um hinaus zu kommen †). Häufig geschieht die Bildung der Spore erst aufserhalb des Schlauches; es tritt eine gewisse Masse der weichen Substanz zum Schlauche hinaus, zieht sich hier wie in einen Tropfen zusammen, der sehr bald an Consistenz gewinnt, und sich mit grofser Lebhaftigkeit bewegt. Die Bildung der Sporenhaut erfolgt hier sehr schnell, und zwar durch Erhärten des Schleimes, welcher sich auf der Oberfläche zeigt. Die Bewegung dieser sehr grofsen Sporen ist sehr auffal-

*) S. Hall. Allg. lit. Zeit. 1805. n. 10. pag. 76.

**) l. c. Roth's Botanisch. Bemerk. etc. 1807. pag. 180.

***) Anmerkung. In meinen Beiträgen zur Physiologie und Systematik der Algen. — N. Acta. Acad. C. L. C. T. XIV. pag. 452. — habe ich nachgewiesen, dafs die Gattung Ectosperma aus Vaucherien besteht, welche im Wasser wachsen, und daselbst nur selten besondere Saamenkapseln tragen, die den Vaucherien zukommen.

†) S. die Abbildungen in Fig. 29 — 31. Tab. XXIX. in meiner Abhandlung über die Entwickelung, Metamorphose und Fortpflanzung der Vaucherien a. a. O.

lend; schon Trentepohl beobachtete sie zu willkührlich und zu veränderlich, als dafs sie durch äufsere Ursachen zu erklären wäre; sie bewegen sich bald vorwärts, bald seitwärts, bald langsamer fortgehend, und dazwischen ruhen sie. Treffen sie, sagt Trentepohl, auf dem Wege einen Gegenstand, so lenken sie bei Zeiten seitwärts ab, oder kehren um u. s. w. Herr Valentin*) beobachtete, dafs sich diese Sporen, sobald sie zum Austritte aus den Spitzen der Aeste reif sind, spiralig bewegen, sich nämlich beständig um ihre Achse drehen, und dabei eine progressive Bewegung annehmen, so wie sie aus der Oeffnung des Astes hervorgetreten sind. Ich selbst sah dieses Drehen der Spore um ihre eigene Achse gleichfalls, doch sie geschieht nicht immer, und die Drehung geschieht bald nach der einen, bald nach der anderen Seite.

Trentepohl sah, dafs die Anschwellung der Spitze der Aeste besonders des Nachts erfolgte, und dafs dann der Austritt der Sporen gegen Morgen eintrat, und etwa bis Mittag währte, um welche Zeit sie dann gewöhnlich alle leer waren; er beobachtete ferner, dafs die ausgetretenen Sporen schon nach 10 Tagen abermals Sporen gebende Pflänzchen erzeugt hatten. Diese sich bewegenden Sporen der Vaucherien sind verhältnifsmäfsig sehr grofs, wobei sie aber auch unter sich von verschiedener Gröfse sind; sie erscheinen als einfache, mehr oder weniger kugelrunde Blasen von schleimiger Substanz, auf deren innerer Fläche die grüngefärbte körnige Substanz abgelagert ist. Wenn man den Inhalt dieser Vaucherien-Fäden genauer untersucht, so wird man an den Spitzen und im Inneren der Früchte-tragenden gekrümmten Aestchen mehr oder weniger feine und selbstbewegliche Moleküle beobachten, über deren Function sich jedoch nichts Bestimmtes ermitteln läfst. Bei ihrer Entwickelung zur jungen Pflanze dehnt sich die Kugel etwas in die Länge, und es wachsen dann an der Spitze oder an der Seite einzelne, oder auch meh-

*) Linnaea von 1838. pag. 122.

rere Schläuche hervor, welche als unmittelbare Fortsätze oder Ausdehnungen der Sporenhaut zu betrachten sind, wie ich es auf der Tafel zu meiner Abhandlung über die Vaucherien dargestellt habe.

Die Vaucherien, als ungegliederte und vielfach sich verästelnde Conferve, bringt ihre Sporen an den Spitzen der Aeste hervor, bei vielen der gegliederten Conferven treten dieselben dagegen zu den Seiten hinaus. Man hat das Hervortreten der Sporen aus dergleichen Conferven sehr häufig beobachtet; eine vollständige Nachweisung über diesen Vorgang glaube ich für Polysperma glomerata Vauch. (Conferva glomerata Auct.)*) gegeben zu haben. Die Schläuche dieser Conferve bilden um die Zeit, wenn die Sporen zur Reife kommen, kleine unregelmäſsige Anschwellungen, welche zu den Seiten der Enden hervortreten und sich öffnen, um den Sporen den Ausgang zu gestatten. Die Oeffnung ist sehr regelmäſsig und durch eine cylinderische Einfassung umgeben; sie findet sich jedesmal zur Seite des Endes des Schlauches, und gewöhnlich haben ganze Reihen aufeinander folgender Schläuche diese Oeffnungen auf einer und derselben Seite, mitunter kommt es aber auch vor, daſs einzelne Glieder die Oeffnung gerade auf der entgegengesetzten Seite zeigen. So wie das Confervenglied sich öffnet, tritt die Sporenmasse zur Oeffnung allmälich hinaus und nun sieht man, daſs sich in der gekörnten Masse, dem früheren Inhalt des Confervengliedes, kleine Häufchen durch Vereinigung von mehr oder weniger Partikelchen gebildet haben. Alle diese Häufchen, wie auch die noch einzeln gebliebenen Partikelchen, welche sämmtlich grüngefärbt sind, haben selbstständige Bewegung, welche sich oft mit gröſster Lebhaftigkeit zeigt. Oft bewegen sich diese Häufchen schon innerhalb des Gliedes, und zwar nicht nur von Unten nach Oben, um aus der Oeffnung hervorzutreten, sondern frei nach allen Richtungen hin, bis sie endlich ebenfalls austreten, oder auch, wenn sie gröſser

*) Nova Acta Ac. C. L. C. T. XIV. pag. 447. etc.

sind als die Oeffnung, darin zurückbleiben und sich hier zu neuen Pflänzchen ausdehnen. Mehrmals beobachtete ich solche Häufchen vor ihrem Austritte aus den Gliedern bis zu ihrer ferneren Entwickelung aufserhalb derselben; ich sah diese Häufchen 10 bis 15 Minuten und noch länger in ihrer lebhaften Bewegung, und während dieser Bewegung bemerkte man die Bildung einer schleimigen Membran auf ihrer Oberfläche, wobei die einzelnen etwa hervorragenden Partikelchen derselben mit der Schleimmasse verschmolzen, in welchen die Oberfläche bald nach ihrem Austritte erhärtet. Es findet also auch hier eben dieselbe Bildung der Zellenmembran statt, welche wir früher bei der Bildung des Eyweifskörpers im Inneren des Embryosackes kennen gelernt haben. Mit diesem Verschmelzen der Masse auf der Oberfläche des Häufchen's ist die umschliefsende Haut gegeben, welche alsbald erhärtet, und nun erkennt man darin die Spore, deren freie Bewegung mit der Bildung der Sporenhaut aufhört.

Beobachtungen über die freie Bewegung der Sporen gegliederter Conferven und anderer Algen sind in sehr grofser Anzahl vorhanden, ich habe dieselben in einer früheren Arbeit: Ueber selbstbewegliche Moleküle, welche Herr Nees von Esenbeck im 4ten Bande der Uebersetzung von Herrn Robert Brown's Schriften aufnahm, im Jahre 1829 zusammengestellt, und seit jener Zeit haben sich dergleichen Beobachtungen alljährlich vermehrt. Mertens*) beobachtete die selbstbeweglichen Sporen der Conferva compacta und C. mutabilis nach ihrem Austritte aus den Gliedern und wurde dadurch zu der Ansicht verleitet, dafs Infusionsthierchen und Conferven näher verwandt seien, als man gewöhnlich glaube. Herr L. Treviranus bestätigte die Beobachtungen von Mertens, und gab eine genauere Beschreibung dieser Erscheinung von der Conferva compacta Roth**), wobei sich die Beobachtung findet, dafs die sich

*) Weber und Mohr's Beiträge zur Naturkunde 1805. pag. 349.
**) S. Treviranus Vermischte Schriften. II. pag. 79.

bewegenden Sporen dieser Conferve aus einem, der Sonne ausgesetzten Wasser fortzogen, und sich in den beschatteten Theil desselben lagerten. Herr Treviranus drehte nämlich den Teller, worin sich jene Sporen auf der beschatteten Seite in Form einer grünlichen Wolke befanden, in der Art um, dafs Letztere von der Sonne beschienen wurden, und es dauerte nicht 5 Minuten, so hatten sich die Sporen wieder in den Schatten gezogen und zwar in Streifen, deren langsames Fortschreiten er deutlich sehen konnte.

In der neuesten Zeit hat Herr Agardh jun. diese selbstständige Bewegung der Sporen auch an den Meeres-Algen vielfältig beobachtet *), und wenn gleich diese Erscheinungen von verschiedenen Seiten her theils bezweifelt, theils durch höchst mechanische Erklärungen in ihrer Bedeutung herabgewürdigt sind, so können wir denn doch mit gutem Gewissen den Satz aufstellen, dafs die Sporen der meisten Algen im Zustande der Reife eine freie Bewegung besitzen, welche als eine Erscheinung des Lebens anzusehen ist, und nicht aus äufseren Ursachen erklärt werden kann. Sowohl durch die äufsere Form, wie auch hauptsächlich durch ihre Bewegung, haben diese Sporen der Algen, besonders die einiger Conferven, einige Aehnlichkeit mit wirklichen Infusorien, und es haben bekannte Gelehrte defshalb die Ansicht aufgestellt, dafs auf der Grenze zwischen Pflanzen und Thieren eine und die nämliche organische Materie bald als Infusorium dem Thierreiche, bald als bewegungsloser, aber wachsender grüner Elementartheil dem Pflanzenreiche näher angehört. Indessen die genauesten Beobachtungen der neuesten Zeit haben weder mich noch andere Botaniker gelehrt, dafs aus einem Infusorio eine Pflanze, oder aus einer niederen Pflanze ein Infusorium hervorgehen kann, und dennoch finden wir dergleichen Angaben in so vielen Büchern, und sie werden immer weiter nachgeschrieben, wenn sie

*) S. L'Institut Nro. 104. pag. 230. und die ausgezeichnete Arbeit in den Ann. des scienc. natur. 1836. Oct.

auch auf den flüchtigsten Beobachtungen beruhen. Jene Bewegungen der Algensporen sind höchst mannigfaltig, und so etwas läfst sich weniger gut beschreiben, als wenn wir sie als frei und selbstständig bezeichnen; und wenn einige Naturforscher hierbei die Bemerkung machen, sie glaubten nicht, dafs jene Bewegungen der Algensporen willkührlich seien, so kann man ihnen erwiedern, dafs hier von einer Willkühr, wie bei den höheren Thieren allerdings nicht die Rede sein könne, wohl aber von einer Willkühr, wie wir sie den Pflanzen zuzuschreiben berechtigts ind, und worüber in der folgenden Abtheilung dieses Buches die Rede sein wird. Die Ursache der Bewegung dieser Sporen ist uns freilich gänzlich unbekannt, von Cilien oder anderen Bewegungsorganen ist hier gar nichts zu sehen, und wir bemerken auch durchaus keine Formveränderungen an den Sporen während ihrer Bewegung, wodurch dieselbe vielleicht erklärt werden könnte.

In einigen anderen Fällen zeigt sich die Sporenbildung der Algen im Inneren ihrer Glieder oder Zellen unter sehr auffallenden Erscheinungen, wovon wir einige wiederum speciell kennen lernen wollen. Die Sphaeroplea annulina Ag. (Conferva annulina Roth.) ist eine überaus zarthäutige, lang gegliederte Conferve, die sich schleimigt und glatt anfühlt, ähnlich den Spirogyren; sie ist gewöhnlich von schöner grüner Farbe, wird aber sehr oft um die Zeit, wenn sie Sporen bildet, röthlich braun gefärbt, und zwar durch die Farbe der Sporen und der Contenta ihrer Glieder. Der Inhalt ihrer Glieder ist in der Art gleichmäfsig vertheilt, wie es die Abbildung in Fig. 17. Tab. X. bei gg zeigt; um die Zeit aber, wenn sich Sporen bilden, löfst sich die Masse von den Wänden, und tritt in mehr oder weniger grofse Kugeln zusammen, wie es bei f, e und e in obiger Figur zu sehen ist. Meistentheils geschieht diese Bildung der Kugeln in dem ganzen Gliede gleichmäfsig und fast in einer und derselben Zeit, so dafs die Höhle desselben alsdann in ihrem ganzen Verlaufe mit dergleichen, mehr oder weniger gleich grofsen Kugeln angefüllt ist, wie

es in Fig. 17. Tab. X. von c d bis b zu sehen ist. Diese Kugeln sind Sporen, welche ich nach ihrem Austritte in die Länge wachsend beobachtet habe; sie zeigen meistens eine sehr zarte Haut, doch in der Spore k sieht man nicht nur eine dicke Umhüllung, welche auf doppelte Häute schliefsen liefse, sondern es scheint auch, dafs das Innere dieser Blase wiederum mit kleineren gefüllt ist. In den übrigen Sporen sieht man hier und da einzelne helle Körner, welche nichts weiter als Amylum sind. Aufserdem sieht man noch bei i, i, dafs ein zartes und durchsichtiges Zellengewebe in der Art zwischen den Sporen verläuft, als wenn in jeder Zelle eine besondere Spore gebildet wäre; ich habe indessen bei Beobachtung einer grofsen Anzahl von Individuen, dieses zarte Gewebe zwischen den Sporen nur einmal gesehen, und glaube mit Bestimmtheit sagen zu können, dafs sich die Sporen in diesem Falle nicht innerhalb solcher Mutterzellen bilden. Die Conferva annulina Roth. erhielt ihren Namen durch die niedlichen grünen Ringe, welche in ihren Gliedern, gleich den Ringen der ringförmigen Spiralröhren mehr oder weniger parallel aufgestellt sind; diese Ringe werden aus der grünen Substanz gebildet, welche in einem früheren Zustande gleichmäfsig die inneren Wände der Glieder bekleidet, und zwar geschieht diese Bildung auf eine sehr merkwürdige Weise, welche ich durch die Abbildung in Fig. 16. Tab. X. deutlich zu machen gesucht habe. Die grüne Substanz nämlich, welche anfangs gleichmäfsig ausgebreitet ist, bildet Blasen, welche sich immer mehr und mehr vergröfsern und, indem sie mit einander zusammenstofsen, sich in parallelen Flächen aufeinanderlegen, so dafs dadurch scheinbare Scheidewände gebildet werden; hier und da finden sich an diesen Stellen des Zusammenlegens noch kleinere Blasen, welche ebenfalls aus der weichen, schleimigen und schön grün gefärbten Substanz bestehen, und an vielen Stellen, wie z. B. bei g, g, g sieht man, dafs jene grüne Substanz in besonderer Menge zwischen den neu entstandenen Blasen und der Wand des Gliedes aufgehäuft ist, so wie auch in den Zwi-

schenräumen, welche bei der Aneinanderlagerung der Blasen übrig bleiben. In dem untersten Theile des Gliedes, als bei kk ist diese grüne Masse sehr stark angehäuft, so dafs sie ganz schwärzlich erschien; bei i ist die Substanz nicht mehr so dunkel, und bei hh bildet sich so eben die Wand einer neuen Blase. Die Kügelchen, welche man bei f, f, f und e dargestellt findet, erschienen von grüner Farbe, in ihrem Inneren befand sich aber Amylum. Ich habe diese Bildung so umständlich beschrieben und getreu dargestellt, weil hier eben dasselbe im Grofsen zu sehen ist, was die Zellenbildung in den Härchen und Schläuchen der höheren Pflanzen im Kleinen zeigt; dort, wie hier, liegt das grofse Geheimnifs in der Ursache, durch welche in der gleichmäfsigen organischen Substanz dergleichen Blasen gebildet werden, denn sind diese erst gebildet, so sieht man ihre Wände mit einander zusammenstofsen und verwachsen, wodurch dann die Querwände gebildet sind. Hier bei der Conferva annulina findet dieses allerdings nicht statt, der Schleim, welcher die zarten Wände dieser grofsen Blasen bildet, erhärtet nicht; nach einiger Zeit lösen sich diese Blasen auf, und es bleiben nur die grünen Ringe an den Wänden zurück, von welchen die Pflanze den Namen bekommen hat, und diese grünen Ringe sind dann aus einer Substanz gebildet, welche sich zwischen den Blasen, wie bei f, f angehäuft hatte.

Besondere Aufmerksamkeit verdient auch die Bildung der Sporen in den Closterien, deren Vermehrung in Folge der Conjugation wir schon früher kennen gelernt haben. Ich habe das Closterium Lunula N. in Fig. 24. Tab. X. dargestellt, es gehört zu den einfachsten Algen und jedes Individuum besteht aus einer einzelnen Zelle. Nicht nur in früheren Zeiten hat man dieses kleine Gewächs zu den Infusionsthierchen gezählt, denn der Vibrio Lunula Müll. ist eben dasselbe Geschöpf, sondern auch Herr Ehrenberg hat dasselbe bis in seinem neuesten Werke den Infusorien angereiht. Es ist etwas sehr seltenes die Closterien mit Sporen zu finden, doch habe ich dieselben zuweilen in

unzählbarer Menge in diesem Zustande beobachtet, und zwar an Individuen aus fliefsendem Wasser. Jene gröfseren grüngefärbten Kugeln, welche so häufig in der Mittellinie der Closterien und in regelmäfsiger Entfernung stehend auftreten, bilden sich zu besonderen Sporangien aus, welche, wie es die Abbildung bei f, g, h u. s. w. zeigt, als kugelrunde Blasen auftreten und in ihrem Inneren 7 bis 8 kleine Sporen enthalten. Die Ausbildung dieser Früchte erfolgt mit der Resorbtion der ganzen übrigen Substanz, welche früher die Höhle des Closterium's anfüllte, und nach der Reife der Früchte treten die kleinen Sporen hervor, und entwickeln sich durch Dehnung in die Länge und Breite zu jungen Closterien, und zwar, wie es die Abbildungen in Fig. 25 und 26. zeigen, nicht nur als einzelne Individuen, sondern zu 2, 3 und selbst zu ganzen Häufchen, wie sie vorhin in dem Sporangio befindlich waren. Nach einiger Zeit trennen sie sich und nehmen die gewöhnliche Krümmung an.

Herr Ehrenberg, der die Closterien für Thiere hält, nennt jene grofsen Kügelchen (Saamen?) Drüsen, und er würde, hätte er diese Art der Fortpflanzung beobachtet, die Sporangien als Eyerstöcke und die Sporen als Eyer beschreiben; ja er hält selbst jene kleineren zerstreut, zuweilen auch regelmäfsig gestellt vorkommenden Kügelchen in den Closterium für Körper, welche mit den Saamendrüsen der Thiere zu vergleichen wären; diese Ansichten müssen aber fernerhin aufgegeben werden, denn ich habe sehr oft gesehen, dafs sowohl diese, als auch jene gröfseren Kugeln zu gewissen Zeiten, besonders im Frühjahre fast gänzlich aus Amylum bestehen. Im Monate Mai des vorigen Jahres habe ich sehr viele Exemplare dieses Closterium's beobachtet, worin die ganze innere Substanz gekörnt war, und alle diese Körner durch Jodine die schönste blaue Farbe annahmen, also aus Amylum bestanden, welches kein thierisches Produkt ist.

Auch bei dem Scenedesmus magnus mihi, welcher in Fig. 30. Tab. X. abgebildet ist, einem Pflänzchen, welches

ebenfalls von Herrn Ehrenberg unter den Infusorien beschrieben ist, habe ich die Bildung von Sporen beobachtet, wie es die Abbildung zeigt, und die fernere Theilung der daraus sich bildenden jungen Pflänzchen ist ebenfalls zu beobachten. Auch in diesem Pflänzchen habe ich öfters beobachtet, dafs die einzelnen gröfseren Kügelchen, welche sehr häufig im Inneren derselben regelmäfsig gestellt auftreten, zu gewissen Zeiten, besonders gegen das Frühjahr zu, in ihrem Inneren Amylum enthalten. Ueber die Vermehrung dieser Pflänzchen durch Theilung habe ich schon im zweiten Theile (pag. 343) dieses Buches gesprochen.

Die Fruchtbildung bei den Conferven ist sehr häufig mit Anschwellungen der einzelnen Glieder begleitet, und zwar findet man auch hierin bei verschiedenen Conferven sehr grofse Verschiedenheiten; bei einigen schwellen die letzten Glieder der verschiedenen Aeste zu ellipsoidischen Blasen an, wie bei der Gattung Trentepohlia, wo aber auch gar nicht selten sämmtliche Glieder in eben derselben Art anschwellen, daher hierauf die Gattung nicht zu gründen ist. Bei anderen Conferven schwellen nur einzelne Glieder mehr oder weniger an, so dafs sie entweder elliptisch oder ganz rund werden; Vaucher gründete hierauf die Gattung Prolifera. In sehr vielen Fällen findet man aber, dafs sich die Glieder der Conferven ellipsoidisch formen, ohne dafs dadurch irgend eine Fruchtbildung bezweckt wird, ja mitunter, wie bei Conferva glomerata und deren Verwandten sieht man mehrere solcher Glieder, zu zwei und zu drei zusammen anschwellen, wie wenn sie zu einem Gliede gehörten, und dennoch erfolgt dabei noch keine Fruchtbildung.

Viele andere Conferven zeigen ihre Sporen in besonderen Kapseln, welche meistens kugelrund oder ellipsoidisch gestaltet und an den Spitzen oder den Seiten gelagert sind. Diese besonderen Sporenkapseln sind aus einzelnen Gliedern hervorgebildet und man kann sie als die ersten Glieder neuer Aeste betrachten. Bei der sogenannten Gattung Trentepohlia, der alten Conferva aurea,

habe ich solche Kapseln in Menge abgebildet *); bei der Gattung Ectocarpus sind sie verschiedenartig geformt. Die besonderen Kapseln, welche die Vaucherien als ungegliederte Conferven aufzuweisen haben, sind ebenfalls durch blofse Abschnürung des angeschwollenen Astendes entstanden, und diese Anschwellungen haben wir schon früher bei der Bildung der grofsen selbstbeweglichen Sporen dieser Pflanzen kennen gelernt. Auch hier ist mit der Bildung der Kapsel die fernere Astbildung unterdrückt, und der Stiel krümmt sich seitlich, um aus seinem convexen Bogen den Ast weiter fortwachsen zu lassen.

Ueberaus interessant ist die Vermehrung des berühmten Wassernetzes (Hydrodictyon utriculatum R.), welche Vaucher **) zuerst beobachtet hat. Dieses Pflänzchen von schöner grüner Farbe bildet einen mehr oder weniger grofsen und geschlossenen Sack, dessen Wände aus einem überaus niedlichen Netze dargestellt werden; die Maschen dieses Netzes sind meistens 5seitig, oft aber auch 6 und 7seitig, und jede dieser Seiten wird aus einer schlauchförmigen Zelle dargestellt, welche mit einer grünen Substanz ausgekleidet ist und, ähnlich wie bei anderen Conferven, eine Menge von festeren Kügelchen enthält. Die Zellen, welche die Wände der Maschen jenes Netzes bilden, sind mit ihren Enden meistens zu drei, zuweilen auch zu vier zusammenhängend, ganz ähnlich wie bei anderen Conferven, aber das Wichtigste bei dieser Pflanze besteht darin, dafs sich, bei der Vermehrung, in jeder einzelnen Zelle dieses grofsen Netzes eine besondere neue Pflanze bildet, welche nach der Zerstörung der Zellen-Membran hervortritt, sich allmälich durch Ausdehnung der einzelnen Zellen vergröfsert und somit wieder ein neues sackförmiges Netz bildet. Ich habe die Vermehrung dieses merkwürdigen Pflänzchen's bei Blankenburg im Harze (1835) zu beobachten Gelegenheit gehabt, wo sie im Monate Au-

*) Nova Acta Acad. C. L. C. T. XIV. Tab. XXVIII.

**) Hist. de Conf. etc. pag. 83. Tab. IX.

gust in großer Menge vorkam und viele Varietäten zeigte; auch bei Berlin und bei Potsdam habe ich sie mehrmals gefunden aber niemals in dem Zustande der Vermehrung. Die schwachen Vergrößerungen, welche mir damals zu Gebote standen, erlaubten noch nicht den ganzen Vorgang, bei der Bildung des Netzes in der Mutterzelle zu verfolgen, dessen Kenntniß aber sehr wichtig wäre.

Eine der auffallendsten Erscheinungen, welche die Algen behufs ihrer Vermehrung zeigen, ist die Selbsttheilung, es ist dieses eine Erscheinung, welche bei mehreren Thieren schon seit langer Zeit bekannt war; doch diese Thiere gehören zu den niedrigsten, nämlich zu den Infusorien, wo die Theilung in der Quere wie der Länge nach vorkommt, ja zuweilen theilen sich diese Thiere nicht nur zu zwei, sondern selbst zu drei und zu vier neuen Individuen. Auch bei den Planarien ist diese Selbsttheilung vorkommend.

Man glaubte diese Erscheinung der Vermehrung durch Selbsttheilung nur den Thieren zuschreiben zu dürfen, und hat sie deßhalb bei mehreren sehr entschiedenen Pflänzchen als ein Zeichen angesehen, wodurch man hauptsächlich berechtigt wäre, dieselben zu den Thieren zu zählen, ja Herr Ehrenberg hat dieses in seinem neuen Werke über die Infusorien mit aller Bestimmtheit behauptet, und die Ansicht ausgesprochen, daß die Selbsttheilung den Pflanzen gänzlich fremd sei. Dergleichen Ansichten müssen aber den directen Beobachtungen der neuesten Zeit weichen, und ich glaube im Folgenden beweisen zu können, daß die Vermehrung durch Selbsttheilung eine Erscheinung ist, welche gerade den Pflanzen in einem ausgedehnteren Grade zukommt, als den Thieren.

Den interessantesten Fall von Selbsttheilung habe ich zuerst bei Merismopedia punctata mihi beobachtet, einer kleinen Alge, aus der Familie der Ulven, welche ich 1828 bei Potsdam entdeckte und abgebildet habe*), ich habe seit jener Zeit dieses Pflänzchen sehr häufig beobachtet, und auch keine Spur

---

*) Nova Acta Acad. C. L. C. T. XIV. Tab. XXXXIII. Fig. 36.

von Zeichen daran wahrnehmen können, dafs dieselbe vielleicht zu den Thieren zu zählen wäre, und dennoch finden wir auch dieses Pflänzchen von Herrn Ehrenberg*) als Infusorium beschrieben und mit dem Beinamen: tranquillum und glaucum als zwei verschiedene Arten zu der Infusorien-Gattung Gonium gestellt, freilich mit einem ? begleitet. Dieses Pflänzchen bildet eine 4eckige dünne Tafel, welche in ihrer Fläche eine gewisse Zahl von grüngefärbten elliptischen Zellchen zeigt, die mit grofser Regelmäfsigkeit neben und unter einander gestellt sind. Am häufigsten trifft man das Pflänzchen mit 16 dergleichen Zellchen, welche zu vier und vier in 4 Reihen unter einander gestellt sind; ein sehr zarter, kaum sichtbarer Schleim, umhüllt sämmtliche neben einander liegende Zellchen. Wenn die Vermehrung dieses Pflänzchen durch Selbsttheilung eintritt, so bemerkt man gewöhnlich, dafs sich jene 16 Zellen zu vier und vier voneinander etwas absondern, so dafs dann die einhüllende Schleimmasse zwischen diesen vier besonderen Abtheilungen als etwas breitere und durchsichtige Streifen auftritt, die über Kreuz verlaufen; hierauf erfolgt die Theilung der einzelnen Zellchen und diese geschieht entweder in zwei oder in vier gleichgrofsen Theilen, in letzterem Falle entstehen jedesmal aus den vier abgesondert stehenden Zellen wieder 16, welche anfangs ganz regelmäfsig zu vier und vier neben und übereinander gestellt sind. Nach dieser erfolgten Theilung besteht das Pflänzchen aus vier grofsen quadratischen Theilen zu je 16 Zellchen, und nun pflegt eine Trennung dieser Abtheilungen stattzufinden, worauf sich wieder jede einzelne Abtheilung, ganz wie im Vorhergehenden angegeben wurde, von Neuem in gleiche Theile sondert u. s. w. Gar nicht selten geschieht die Selbsttheilung der Zellchen dieses Pflänzchen in zwei Theile und dadurch wird dann die quadratische Form in eine Rautenform verändert; aber auch hier, ganz wie in den vorhergehenden Fällen, geschieht die Ab-

*) Die Infusionsthierchen. 1838. pag. 58. Tab. III. Fig. 3 und 5.

sonderung der gröfseren Theile und später deren vollständige Abtrennung.

Schon im vorigen Theile dieses Buches, pag. 343, wurde bei Gelegenheit, als von der Vermehrung der Pflanzenzellen durch Theilung die Rede war, Herrn Morren's *) Beobachtung vom Jahre 1830 aufgeführt, nach welcher die Vermehrung kleiner Palmellen ebenfalls durch Theilung erfolgt; auch ich habe seitdem diesen Gegenstand mehrmals beobachtet, und kann darüber einige nachträgliche Bemerkungen hinzufügen. Die gefärbte sphärische Masse, welche ein einzelnes Palmellen-Individuum darstellt, ist jedesmal in einer bedeutenden Schleimhülle eingeschlossen, und im Inneren dieser Hülle, welche man als eine Mutterzelle ansehen kann, erfolgt die Selbsttheilung jener Masse; es ist hier ein wirkliches Zerfallen in 2, 3 und in 4 ziemlich ganz gleich grofse Theile. Sobald die Theilung erfolgt ist, wird jeder einzelne Theil von einer eigenen Schleimhülle umschlossen, wobei die erstere allmälich resorbirt wird, doch mitunter wird sie bedeutend ausgedehnt und man sieht darin noch die neuen Palmellen in ihren besonderen vollständig ausgebildeten Hüllen eingeschlossen.

Besonders auffallend erscheint die Vermehrung durch Selbsttheilung bei der Gattung Closterium, deren Fortpflanzung durch Conjugation wie durch wirkliche Sporen schon im Vorhergehenden gelehrt wurde. Es wurde diese Selbsttheilung der Closterien durch Herrn Morren, Ehrenberg und durch mich beobachtet; ich gab hiezu in Wiegmann's Archiv von 1837 (I. Tab. X. Fig. 2.) eine Abbildung, worin das Pflänzchen vor und nach der Theilung dargestellt wurde. Wenn man die lebenden Closterien beobachtet, so findet man in ihrem Inneren eine solche symmetrische Anordnung, dafs man bald zu der Ansicht kommen kann, dafs hier zwei verschiedene Individuen mit einander verwachsen sind, dafs nämlich jedes Horn ein besonderes Individuum darstellt, und dafs daher beide zusammen eine

---

*) Bydragen tot de Natuurkundige Wetenschappen V. pag. 55.

Doppelpflanze darstellen, wie wir durch Herrn von Nordmann Doppelthiere kennen gelernt haben. Diese Ansicht hat in der That sehr viel für sich, denn man sieht nicht nur, dafs sich die beiden Hälften in der Mitte von einander trennen, sondern man sieht auch sehr oft, dafs die Membran des einen Hornes oder der einen Hälfte, von derjenigen der anderen Hälfte verschieden gefärbt ist; bei dem Allen mufs es hier nur bei der Ansicht bleiben, denn die Duplicität entsteht hier in Folge des Wachsthumes aus der einfachen Zelle, und wiederholt sich sogleich bei dem einzelnen, neugebildeten Individuum. Die Selbsttheilung bei den Closterien erfolgt durch allmäliche Einschnürung der Membran, welche in der Mitte zwischen beiden Hörnern den Körper der Pflanze bildet; sie erfolgt ganz in derselben Art, wie ich es ausführlich bei der Bildung der Saamen der Lebermoose pag. 393 etc. beschrieben und auch in Fig. 35. Tab. XII. durch eine Abbildung dargestellt habe. Ist die Scheidewand vollkommen gebildet, was in Verlauf von wenigen Tagen geschieht, so trennen sich die beiden Hörner allmälich, indem sich die neuen flachen Enden sogleich ausdehnen, zuerst eine stumpfe Gestalt annehmen und sehr bald, nämlich schon in 2 oder 3 Tagen die Form eines Hornes zeigen, welches dem des alten Endes mehr oder weniger vollkommen gleich ist. Gleich nach der Bildung der Querwände, wodurch die Theilung erfolgt, ist schon wieder eine neue Theilung des grünen Inhaltes an dem letzten Drittel des dicken Endes zu sehen und hier tritt die Mitte des neuen Individuum's auf, wo später eine abermalige Theilung erfolgen kann. Wenn die Closterien absterben ohne sich fortzupflanzen, dann sieht man nicht selten, dafs ihre Membran gerade in jener Mitte zerfällt, ohne dafs sich vorher Abschnürungen gebildet haben.

Die Vermehrung der Oscillatorien geschieht ebenfalls durch Selbsttheilung, zeichnet sich aber noch durch verschiedene Eigenthümlichkeiten aus. Ich spreche hier von denjenigen wahren Oscillatorien, welche einen ungegliederten Schlauch zeigen, worin die grüngefärbte Masse ge-

gliedert auftritt. In frühester Zeit, so wie auch an den Spitzen älterer Oscillatorien ist diese Gliederung des grünen Inhaltes noch nicht bemerkbar, sie tritt aber allmälich durch Selbsttheilung oder durch ein Zerfallen desselben mehr oder weniger regelmäfsig hervor. Die einzelnen Glieder im Inneren der Oscillatorien sind stets breiter als lang; sie können im ausgebildeten Zustande zur Seite durch die äufserlich umschliefsende Membran des Schlauches durchbrechen, aber sehr oft habe ich beobachtet, dafs der ganze Inhalt dieser einzelnen Schläuche in mehr oder weniger langen Stücken hervortritt, und dafs sich dann die einzelnen Glieder von einander lösen. Hiebei habe ich eine sehr merkwürdige Bewegung wahrgenommen, indem ich sah, dafs sich die langen Stücken des gegliederten Inhaltes bald zum Schlauche hinausbewegten bald wieder mit gleicher Schnelligkeit in ihre frühere Lage zurückkehrten, wobei aber immer kleine Zwischenräume zwischen den Enden der verschiedenen Stücke übrig blieben, wodurch sehr häufig die leeren Stellen zu erklären sind, welche nicht selten im Inneren der Oscillatorien-Schläuche vorkommen. Die freigewordenen Sporen der Oscillatorien, welche nichts Anderes, als jene Glieder aus dem Inneren des Schlauches sind, dehnen sich alsbald in die Breite zu neuen Fäden aus, welche an beiden Enden Spitzen bilden; es geschieht also hier, bei den Oscillatorien die Bildung der Sporen durch Quertheilung und die gebildete Spore, welche breiter ist als lang, dehnt sich wieder in die Breite aus.

Auch bei den Nostochineen wird die Vermehrung durch Selbsttheilung ausgeführt; die rosenkranzförmigen Fäden, welche bei der Gattung Nostoc mannigfach gewunden in der Gallerte umherliegen, verlängern sich durch beständige Selbsttheilung ihrer einzelnen Bläschen. Sobald die alte Nostoc zerfällt, treten jene Bläschen aus der gallertartigen Masse hervor, und jedes derselben vermag sich zu vergröfsern, und zu einem neuen Nostoc umzuwandeln, vorzüglich aber nur diejenigen, welche sich schon

in der alten Pflanze durch besondere Gröfse auszeichneten. Die Sporen bestehen aus einer etwas erhärteten und grünlich gefärbten Gallertmasse, und sind mit einer schleimigen und wasserhellen Flüssigkeit gefüllt; bei der Entwickelung schwillt jene Hülle zu der gallertartigen Masse an, welche dem Nostoc eigen ist, und in dieser Gallerte entstehen Trübungen, aus welchen die ersten Bläschen hervorgehen, welche sich durch beständig fortgesetzte Theilung vervielfachen und die rosenkranzförmig aneinandergereihten Sporen-Fäden darstellen. Bei den Rivularien trennt sich jedesmal am unteren Ende der Sporen-bringenden Fäden eine kugelförmige Blase, aber auch am oberen Ende zerfällt später der grüne Inhalt in regelmäfsige Glieder die mit der Umhüllung hervortreten und sich zu neuen Individuen vergröfsern. Bei den Chaetophoren hat schon Lyngbye ganz richtig beobachtet, dafs sich im Inneren der Schläuche regelmäfsige Kugeln bilden, welche der Fortpflanzung vorstehen u. s. w.

Wir haben also die Vermehrung durch Selbsttheilung in verschiedenen Fällen kennen gelernt und ich brauche jetzt nur noch auf verschiedene Beobachtungen aufmerksam zu machen, welche wir schon in den vorhergehenden Abtheilungen dieses Buches kennen gelernt haben, um dadurch zu erweisen, dafs die Selbsttheilung eine Erscheinung ist, welche in dem Wachsthume der Pflanzen-Substanz ganz allgemein begründet ist. Ich habe im Vorhergehenden nachgewiesen, dafs die Ansicht, als entstehen die Saamen der Moose und Lebermoose im Inneren von Mutterzellen, in mancher Hinsicht zu modificiren ist, denn sie entstehen eigentlich durch Selbsttheilung, und die einzelnen Saamen, werden im wahren Sinne des Wortes von dem gröfseren Mutter-Saamen abgeschnürt. Ferner haben wir schon im zweiten Theile pag. 345. die Vermehrung der Zellen bei einigen gegliederten Conferven, der Conferva glomerata nämlich, durch Abschnürung kennen gelernt, und in Fig. 27, 28 und 29. Tab. X. sind einzelne Theile dieser Conferve vor, während und nach der Abschnürung der seitlich aus-

gewachsenen Glieder dargestellt. Was ich damals mit Herrn Mohl eine Theilung der Zellen durch Abschnürung nannte, das ist nichts weiter, als eine Selbsttheilung, und hier tritt diese Selbsttheilung als gewöhnliche Wachsthumserscheinung auf, während sie sich bei den Closterien u. s. w. bei der Vermehrung und bei dem Wachsen derselben zeigte.

Wir haben im Vorhergehenden die Sporenbildung der niederen Algen nach ihren wichtigsten Differenzen kennen gelernt, nur bei denjenigen durch Conjugation habe ich hingedeutet, dafs dieser Akt wohl aller Wahrscheinlichkeit nach, als eine geschlechtliche Vereinigung anzusehen sei, worüber aber gegenwärtig noch nicht mit Bestimmtheit gesprochen werden kann. Es wäre aber zu wünschen, dafs die Naturforscher die Fortpflanzung der Algen zum Gegenstande der genauesten Beobachtung machen möchten, denn es scheint, dafs uns hier sehr viele der wichtigsten Erscheinungen, welche auch auf eine geschlechtliche Verschiedenheit bei diesen niederen Gewächsen zu deuten wären, noch nicht klar genug vorliegen. Ich habe es vielfach beobachtet, dafs bei sehr verschiedenen Conferven um die Zeit, wenn sie Sporen bilden, eine unzählige Menge von kleinen spiralförmig gedrehten und auch spiralförmig oder wellenförmig sich bewegenden Thierchen auftritt; diese Thierchen, welche mit den Spirillen die gröfste Aehnlichkeit haben, aber in dem grofsen Infusorien-Werke des Herrn Ehrenberg noch nicht verzeichnet sind, kommen nicht nur in dem die Conferven umgebenden Wasser vor, sondern ich habe sie öfters in gröfster Menge im Inneren solcher Conferven-Glieder gesehen, welche soeben Sporen bildeten. Bei der Conferva annulina fand ich dieselbe Erscheinung mehrere Jahre hintereinander, und bei der Abbildung derselben in Fig. 17. Tab. X. habe ich bei l, l, l einige dieser Thierchen in verschiedenen Stellungen dargestellt. Ich habe zwar nicht beobachtet, dafs diese Geschöpfe einen Antheil bei der Sporenbildung dieser Pflanze hatten, aber ihr Vorkommen im Inneren unverletzter Con-

ferven-Glieder und ihre grofse Aehnlichkeit in Form und Bewegung mit den geschwänzten Saamenthierchen der Moose u. s. w. dieses veranlafst mich zu ferneren Beobachtungen über diesen Gegenstand aufzufordern, denn es wäre doch möglich, dafs jene Spirillen-artigen Thierchen blofse Saamenthierchen der Conferven wären.

Sehr allgemein ist aber das Auftreten von kleinen und regelmäfsig grofsen Körperchen im Inneren der Algen, welche mit einer sehr lebhaften Molekular-Bewegung begabt sind; ihr Erscheinen ist in einigen Fällen so überaus regelmäfsig, dafs man wohl auf eine tiefe Bedeutung derselben zu schliefsen berechtigt ist. Es ist dieser Gegenstand zuerst bei der Gattung Closterium zur Sprache gekommen, wo dergleichen Körperchen in besonderen Höhlen an der Spitze der Hörner *) vorkommen und sehr mannigfach gedeutet sind. Herr Gruithuisen **) sah die eigene Bewegung dieser Moleküle in den Hörnern der Closterien zuerst; er sah dieselben für die Saamenkörner an und sagte von ihnen, dafs sie sich fortwährend bewegten ***). Herr Morren will später beobachtet haben, dafs diese sich bewegenden Körperchen zu jüngeren Closterien auswachsen, und wenn diese Angabe bestätigt würde, so hätte Herr Gruithuisen die ganze Erscheinung, gleich bei der Entdeckung derselben richtig gedeutet, doch es kommt mir täglich immer zweifelhafter vor, ob Herrn Morren's Angabe über diesen Punkt so ganz richtig ist †). Im Jahre 1829 wurden jene beweglichen Körperchen in den Spitzen der Closterien auch durch Herrn Ehrenberg ††) entdeckt; er

---

*) S. c bei a Fig. 24. Tab. 10.

**) Beiträge zur Physiognosie etc. pag. 322. Tab. II. Fig. 40.

***) Vergl. pag. 252 des zweiten Bandes.

†) Anmerkung. Ich will hiemit keineswegs Herrn Morren's Beobachtungen in Zweifel ziehen, die ich im Gegentheile sehr schätze, aber über den vorliegenden Gegenstand kann man sich nur gar zu leicht täuschen und Herr Morren hat denselben auch nicht vollständig verfolgen können.

††) Isis von 1830. pag. 168.

erkannte darin 12—20 Papillen, welche zuweilen hervorragten und die Ortsveränderung bedingten. Später (1831.) erschienen sie Herrn Ehrenberg mehr wimperartig mit schwacher Bewegkraft. Bei Closterium setaceum beschrieb Herr E. *), dafs dicht am Ende 2 bis 4 bewegliche Punkte vorkommen, welche er für Bewegungsorgane halte, die mit feinen Wimpern durch Endöffnungen nach aufsen ragen, deren verdickte Basis (!) aber jene leichten sichtbaren Knötchen bilden. In dem neuen Infusorienwerke (1838.) sagt endlich Herr Ehrenberg bei der Beschreibung der Gattung Closterium (pag. 89.), dafs die Bewegungsorgane sehr kurze, zarte und durchsichtige Organe in Form von conischen Papillen wären, welche in der Nähe der, von ihm für Oeffnungen angegebenen Einkerbungen liegen, und nur sehr wenig hervorschiebbar sein sollen. Auch noch mehrere andere sehr auffallende Vermuthungen hat Herr Ehrenberg ebendaselbst über die Bedeutung jener selbstbeweglichen Körperchen ausgesprochen, welche aber sämmtlich unhaltbar sind. Man vergleiche nochmals, was ich im 2ten Theile pag. 252. über die Bewegung dieser Körperchen mitgetheilt habe, nachdem ich an denselben beobachtet hatte, dafs sie aus ihrer Molekular-Bewegung in eine rein fortschreitende, ähnlich wie bei den Rotationsströmungen in den Zellen übergehen können.

Sehr abweichend ist das Vorkommen dieser selbstbeweglichen, etwas ellipsoidischen Körperchen, die ich für kleine Bläschen halte, bei dem überaus niedlichen Closterium, welches Herr Ehrenberg als Cl. Trabecula (1830.) beschrieben und neuerlichst *) abgebildet hat. Auch bei dieser Art findet sich in der Nähe eines jeden Endes eine runde, meistens etwas ellipsoidische Höhle, worin eine grofse Menge von jenen beweglichen, bräunlich röthlichen Körperchen befindlich sind; beide Höhlen sind aber, was Herr E. übersehen hat, durch einen cylinderischen Kanal

*) S. Beitrag zur Kenntnifs grofser Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. Berlin 1834. pag. 96.

**) Die Infusionsthierchen etc. 1838. Tab. VI. Fig. II.

verbunden, der in der Mittellinie durch die ganze Pflanze verläuft, und ebenfalls sehr stark mit ähnlichen Körperchen gefüllt ist, ganz wie die beiden Höhlen an den Enden. Es ist wahrscheinlich, dafs dieser lange Kanal mit den beweglichen Körperchen in allen Individuen dieser Art vorhanden ist, aber er ist nicht immer zu sehen, indem häufig die Wände des Pflänzchen's so stark mit grüner, hier und da gekörnter, oft grofse Amylum-Kügelchen enthaltender Substanz bekleidet sind, dafs sie vollkommen undurchsichtig werden. In einem grofsen Individuum von Closterium Trabecula, wo dieser Kanal fast der ganzen Länge nach sichtbar war, habe ich nach einer ungefähren Schätzung 5—600 solcher beweglicher Körperchen gesehen. Mitunter ist dieser Kanal nur an einzelnen Stellen sichtbar, die zuweilen sogar in regelmäfsigen Entfernungen auftreten.

Dafs die Closterien dennoch zu den Thieren gehören, solle endlich durch die Oeffnungen erwiesen werden, welche Herr Ehrenberg an den Enden derselben beobachtet zu haben glaubt, indessen ich kann hierin nicht beistimmen, sondern ich halte dasjenige, was für Oeffnungen angesehen ist, für eine blofse Einkerbung oder Vertiefung in der äufseren Membran, und diese Kerbe erscheint auch nicht einmal bei allen Closterien-Arten; ja gerade bei dem gewöhnlichsten Closterium, an welchem Herr Morren seine Beobachtungen angestellt hat, und auch von mir in Tausenden und Tausenden von Individuen beobachtet und in Fig. 24. Tab. X. abgebildet ist, fehlen jene angeblichen Löcher. Eine ähnliche Einkerbung in der Membran, nur auf der inneren Fläche sitzend, erscheint in der kugelförmigen Spitze der Brennhaare unserer Nessel, die aber ebenso wenig als Oeffnung anzusehen ist.

Herr Ehrenberg hat auch im Inneren derjenigen Pflänzchen, welche er in seiner Gattung Euastrum aufführt und unter den Infusorien beschreibt, ähnliche Häufchen beobachtet, welche aus schwarzen, beweglichen Punkten bestehen *), und in anderen Fällen sah er den ganzen inneren

*) S. das dritte Heft seiner Beiträge etc. pag. 101 etc.

Raum dieser Pflänzchen wie mit lebenden Monaden gefüllt. In dem neuen Infusorienwerke (pag. 161) spricht sich Herr Ehrenberg über die selbstbeweglichen Körperchen dieser Pflänzchen sehr unbestimmt aus und scheint sie für lebendig gebärende Brut zu halten, auch geben die Abbildungen dieser Pflänzchen auf Tab. XII. jenes Werkes nur einen schwachen Begriff von den niedlichen Formen dieser Gattung. Sowohl bei den Closterien als auch bei den sogenannten Euastren habe ich zuweilen gesehen, dafs diese, sich bewegenden Körperchen absterben und in Amylum-Kügelchen verwandelt werden, wobei sie auch ihre eigene Farbe verlieren und durch Jodine blau gefärbt werden; von Closterium habe ich einen ähnlichen Fall in Fig. 24. Tab. X. bei d eingezeichnet, und in Fig. 31. ebendaselbst ist die Hülle eines Euastrum's worin sämmtliche Kügelchen aus Amylum bestehen. Bei einigen gröfseren Formen dieser Pflänzchen sind diese beweglichen Körperchen in sehr grofser Anzahl vorhanden, es ist oft der gröfste Theil in jeder Hälfte damit erfüllt, und man kann Hunderte zählen, welche sich darüber und darunter mit besonderer Lebhaftigkeit bewegen. Ich habe keinen Grund zu vermuthen, dafs diese Körperchen für lebendig zu gebärende Brut zu halten sind, und das Auftreten derselben unter ähnlichen Verhältnissen bei mehreren Conferven giebt mir hierin noch Unterstützung. Es könnte indessen sein, und künftige Beobachtungen werden darüber entscheiden, dafs diese selbstbeweglichen Körperchen mit den Saamenthierchen der anderen Pflanzen zu vergleichen wären, und dafs ihr Auftreten auch in diesen so niederen Gewächsen von einer geschlechtlichen Differenz zeige. Den Beobachtern der Algen wird es bekannt sein, dafs man im Inneren der grünen Substanz der gegliederten Conferven hie und da einzelne röthliche oder bräunliche Körperchen findet, welche eine eigene Bewegung zeigen und sonst in jeder Hinsicht mit jenen zu vergleichen sind, von denen vorhin bei den Closterien die Rede war, aber den auffallendsten Fall der Art, habe ich an einer Conferve beobachtet, welche in

den Fig. 1, 3, 4 und 5. Tab. X. dargestellt ist, die ich aber erst an einem anderen Orte, näher systematisch bestimmen werde; sie wuchs auf den Schalen verschiedener Schnecken eines stehenden Gewässers und war gewöhnlich nur 3 bis 4 Glieder lang, doch in eben demselben Wasser kam sie auch an Grashalmen sitzend vor und war dann sehr lang. In Fig. 3. bei c und bei d, so wie in Fig. 5. bei f e sieht man mitten in der Masse, welche grün gefärbt war, einen hellen elliptischen Raum, worin eine Menge kleiner Bläschen von gleicher Gröfse enthalten sind, dieselben waren von braunröthlicher Farbe und zeigten eben dieselbe Bewegung wie jene in den Spitzen der Closterien u. s. w. In den jungen Conferven-Fäden von Fig. 1. zeigte sich das Auftreten solcher Körperchen unweit der Spitze a; sie bewegten sich mitten in der grünen Masse, hatten aber noch keine besondere Höhle in derselben. An dem Faden, der in Fig. 5. dargestellt ist, zeigte sich in dem Gliede b c eine überaus überraschende Bewegung, wie ich dieselbe noch in keinem anderen Falle gesehen habe; ich glaubte im Anfange, dafs das ganze Glied auf der inneren Fläche mit Cilien bekleidet sein müsse, doch nach einigen Stunden wurde die Bewegung etwas langsamer, und nun konnte man erkennen, dafs eine Anzahl ähnlicher bräunlicher Körperchen, wie jene in der Höhle von e f, im Inneren des Gliedes befindlich war, und dafs sich diese in ähnlichen Bogenlinien mit gröfster Schnelligkeit bewegten, wie ich sie in der Abbildung durch feine Linien angedeutet habe. Dergleichen Bewegungen habe ich niemals an monadenartigen Infusorien beobachtet. Bemerkenswerth erscheint die geringelte Bildung, welche das vordere Ende vieler Glieder der in Fig. 1—6. Tab. X. abgebildeten Conferven zeigt; es ist dieses eine Erscheinung, welche ganz analog der Ringelbildung ist, die man in den hornartigen Schläuchen der Campanularien beobachtet. Auch bei jenen Polypen tritt diese Bildung erst bei zunehmendem Alter auf, und so verhält es sich auch bei den Conferven, und zwar bei sehr verschiedenen Arten der gegliederten Pflänzchen dieser

Familie. Die Bildung beginnt mit einer Verdickung der Membran; dann treten die Einschnürungen auf, welche nicht spiralförmig verlaufen, sondern in Kreisen horizontal über einander stehen. Mitunter, wie bei c d Fig. 4. und f g Fig. 3. Tab. X. scheint es als wenn diese geringelte Substanz eine ganz neue Bildung wäre, welche sich über der alten Membran abgelagert hat.

Bei der unter dem Namen der Conferva vesicata bekannten Alge, habe ich den Zusammenhang solcher beweglichen Körperchen mit der Sporenbildung deutlicher wahrzunehmen geglaubt; ich habe in Fig. 23. Tab. X. ein Endchen einer solchen Conferve dargestellt, an welchem der Utriculus c d blasenförmig angeschwollen ist und nach später erfolgender Lösung aus seiner Verbindung mit den angrenzenden Schläuchen die Frucht bildet; hier ballt sich die grüne Masse mit mehreren Amylum-Kügelchen im Inneren zusammen und rund herum, wie bei g, g u. s. w. fanden sich eine Menge solcher bräunlicher Moleküle, welche sich bewegten, später aber mit dem Ballen im Inneren zusammenschmolzen. Diese wenigen Angaben mögen hinreichen, auf diesen wichtigen Gegenstand von einem anderen Gesichtspunkte aus aufmerksam gemacht zu haben; ich glaube nicht, dafs wir uns schon gegenwärtig mit der Ansicht beruhigen dürfen, dafs bei diesen niederen Gewächsen keine Geschlechtsverschiedenheit vorkomme, dieselbe scheint vielmehr sehr allgemein zu sein.

Bei den Batrachospermen hat man noch keine besondere Fruchtbildung beobachtet, aber Vaucher *) machte auf die Knospen aufmerksam, durch welche sich diese Conferven fortpflanzen. Das Batrachospermum moniliforme, welches in Deutschland so allgemein ist, hat man noch lange nicht genug beobachtet, ja man hat auch hier wieder Arten aus Varietäten gemacht. Die Pflanze verhält sich dem Habitus nach ziemlich ähnlich einigen Charenformen, sie besteht aus einem Mittelfaden, welcher

*) Hist. de Conf. d'eau douce pag. 110 etc.

eine gewöhnliche gegliederte Conferve ist, aus deren Knoten sehr zahlreiche quirlförmig gestellte zarte und kurzgegliederte Aeste hervorgehen, die wiederum verzweigt sind und deren Spitzen in haarförmige Schleimfäden auslaufen. In den Axillen dieser Aeste kommen die Knospen zum Vorscheine, welche sich ähnlich den Knospen der Gattung Ceratophyllum verhalten. Die einzelnen Internodien des Hauptfaden's zeigen im älteren Zustande noch sehr beachtenswerthe Erscheinungen; es wachsen nämlich mehrere von den wirtelförmig gestellten Aesten nach Unten herab und diese legen sich unmittelbar auf die Oberfläche der einfachen Membran des Schlauches, welcher das Internodium bildet; ich habe oftmals 5, 6 bis 10 solcher herabwachsenden Aeste beobachtet, welche ganz parallel verlaufen, sich allmälich bis zum nächsten Knoten hinziehen, und dadurch dem Schlauche ein regelmäſsig gestreiftes Ansehen geben. Später wachsen aber viele der einzelnen Glieder dieser herabgewachsenen und festsitzenden Aeste ebenfalls zu neuen gegliederten Aesten aus, welche im rechten Winkel vom Hauptfaden aus verlaufen und dadurch auch der Oberfläche der Internodien ein behaartes Ansehen geben. Diese Aestchen kommen aber nicht an den Enden der einzelnen Glieder, sondern unmittelbar aus der Mitte derselben hervor, ganz so, wie sich die Papillen auf den Epidermiszellen bilden; alle übrige Entwickelung geschieht dann wie bei den übrigen gegliederten Conferven.

Von der Fortpflanzung der Pilze.

Die Vermehrung der Pilze geschieht auf eben so mannigfaltige Weise, wie die der Algen, ja ihre Formverschiedenheit ist noch weit gröſser als bei jener Familie. Man hat sich schon öfters über den Rang gestritten, welchen die Algen und die Pilze im Systeme einzunehmen haben, viele Botaniker haben die Algen über die Pilze gestellt, andere dagegen stellen die Pilze höher als die Algen; auch ich stimme für die letztere Ansicht, wenn man nämlich die Gesammtheit der Formen dieser Familie gegen jene der

Algen stellt. Vergleicht man aber die niederen Formen der Pilze gegen die niederen Formen der Algen, z. B. die Mucedines gegen die Conferven, so scheint es mir, dafs die Algen etwas höher stehen, als jene Pilze. Betrachtet man aber den ausgebildeten Fructifications-Apparat bei den Hymenomyceten, wie wir ihn später kennen lernen werden, so kann gar kein Zweifel übrig bleiben, dafs diese Pilze höher zu stellen sind als die Algen, bei welchen man keine solcher Formen kennt.

Auch hier bei den Pilzen, wie vorhin bei den Algen, kann ich in diesem Buche wegen Mangel an Raum nur die wichtigsten Arten der Fructifications-Bildung und der Fortpflanzung aufführen, indem dieser Gegenstand zu weitumfassend ist.

Am gewöhnlichsten geschieht die Frucht- oder Saamenbildung bei den niederen Pilzen durch Abschnürung oder Selbsttheilung ihrer Schläuche; eine Reihe von verschiedenen Fällen möchte es sehr bestimmt erweisen, dafs man hier die Bildung der Saamen durch Abschnürung mit jener Vermehrung der Algen durch Selbsttheilung, welche wir früher kennen gelernt haben, vergleichen kann. Ich habe auf Tab. X. Fig. 20 und 21. richtige Abbildungen von Penicillium glaucum gegeben, wo man an den Spitzen der Aestchen die Bildung der Sporen durch Abschnürung verfolgen kann; an üppig wachsenden Individuen, wie bei e und f Fig. 21. daselbst, geht die vollkommene Ablösung einer wahren Zusammenschnürung des Schlauchendes voraus. Bei gröfseren Gewächsen der Art ist diese Bildung der Sporen durch Abschnürung der Schlauchenden noch viel vollkommener zu sehen, und bei Verticillium agaricinum habe ich den ganzen Vorgang vollständig verfolgen können. Die Spitze des im Anfange vollkommen cylindrischen Schlauches schwillt zuerst kugelförmig an, wobei alsbald eine Trennung dieser Kugel von der Höhle des Schlauches durch Bildung einer Querwand erfolgt und nun erst kommt die Spore zur vollständigen Entwickelung ihrer Gröfse und Form.

Bei den wahren Entophyten, welche in den Zellen anderer Pflanzen, als Folge eines abnormen Bildungsprozesses auftreten, ist die Entstehung derjenigen Gebilde, welche wir mit Sporen zu bezeichnen pflegen, gar sehr deutlich durch Abschnürung oder Selbsttheilung zu verfolgen. Bei der Gattung Ustilago, womit Herr Link den Getreidebrand belegt hat, ist dieses besonders leicht zu sehen, und ich habe kürzlich *) über die Entwickelung des Brandes der Mays-Pflanzen eine Abbildung gegeben.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die Vermehrung der kleinen Fadenpilze, welche in den gährenden Substanzen vorkommen und als Arten der Gattung Saccharomyces bezeichnet werden **). Saccharomyces cerevisiae habe ich in Fig. 22. Tab. X. dargestellt; der Form nach sind sich alle Individuen gleich, nur in Hinsicht der Gröfse sind sie von einander verschieden, denn die einzelnen zeigen Fäden von 2 und von 8 oder mehreren zusammenhängenden Gliedern, zu deren Seiten Aeste und Zweige hervorgehen, welche oftmals wiederum eine mehr oder weniger lange Reihe von Gliedern zeigen. Die Herrn Cogniard-Latour und Schwann haben schon beobachtet, dafs die neuen Glieder dieses Pfläuzchen's an den Spitzen der Endglieder hervorwachsen, so wie die Glieder der Aeste seitlich hervorsprossen, und auf der angeführten Abbildung habe ich dieses Hervorwachsen der neuen Glieder aus den älteren so getreu wie möglich darzustellen gesucht. Unsere gegenwärtigen Instrumente lassen es nicht deutlich sehen, dafs die einzelnen Glieder aus doppelten Häuten bestehen, was jedoch wahrscheinlich ist, sie zeigen aber, wie aus der Spitze eines Gliedes, wie bei e ein kleines schmales Bläschen hervorwächst, welches sich immer mehr ausdehnt, wie bei f und wie bei g; um diese Zeit ist noch eine offene Communication zwischen dem neuen

*) S. Wiegmann's Archiv etc. III. Jahrg. Tab. X.

**) M. s. über diesen Gegenstand die ausführlichen Mittheilungen in meinem Jahresbericht der physiologischen Botanik von 1837. Berlin 1838. pag. 100.

und dem alten Gliede wahrzunehmen, wenn aber das neue Glied ziemlich vollständig ausgebildet ist, dann sind sie vollständig von einander getrennt, wie es auch die älteren Glieder in der Abbildung zeigen. An solchen ausgebildeten Gährungspilzen sind die Glieder sehr locker mit einander verbunden und trennen sich sehr bald, aber ein jedes dieser, durch Zerfallen des Fadens hervorgegangenen Glieder, treibt an der Spitze wieder neue Glieder und entwickelt sich wieder zu mehr oder weniger grofsen neuen Pflänzchen. Ich kenne keinen Fall, in welchem sich Sporenbildung durch gewöhnliches Wachsen deutlicher zeigt als gerade hier, denn ein jedes Glied dieser Pflanze ist zugleich ein Gebilde, durch welches die Mutterpflanze vermehrt wird; ja es möchte noch passender sein, wenn man diese Glieder mit Knospen vergleichen wollte. Bei den Gattungen Monilia, Torula, Oideum u. s. w. verhält es sich ziemlich ähnlich, doch entstehen hier die einzelnen Sporen durch Abschnürung aus dem schon gebildeten cylindrischen Faden, während bei dem Saccharomyces die neue Spore oder Knospe stets aus der älteren hervorwächst.

Die Mucedines, wie z. B. die Gattungen Mucor, Aspergillus und alle diejenigen, welche man nach einer, nicht nachzuahmenden Weise daraus gemacht hat, verhalten sich in Hinsicht ihrer Fruchtbildung sehr ähnlich einigen Conferven; ihre Schläuche bilden an den Spitzen ihrer Enden besondere Sporenkapseln, welche mehr oder weniger grofs erscheinen, bald kugelrund bald ellipsoidisch, und in anderen Fällen feigenförmig sind und aus doppelten Häuten gebildet werden. Diese doppelten Häute sind bei dieser Art von Fruchtbildung stets zu beobachten; sehr oft löst sich die äufsere Haut ab und zeigt sich in ihrem zurückbleibenden Rudimente als ein, von der platten Basis der Frucht zurückgeschlagener Schirm. Wenn der Mucor Mucedo unter Wasser wachsen mufs, so kann man daran ähnliche Krümmungen der Frucht-tragenden Aeste beobachten, wie wir sie bei den Vaucherien pag. 412 kennen

gelernt haben; auf der convexen Seite wächst der Ast wieder weiter aus und bildet neue Früchte u. s. w. In der Höhle der inneren Fruchthaut findet sich eine Menge von ellipsoidischen Sporen, welche nach dem Platzen der Fruchthaut ausgestreut werden. Auch diese Sporen von Mucor Mucedo zeigen zuweilen im Wasser freie Bewegung, ähnlich jener der Conferven-Sporen; auch zeigt jene Pflanze noch sehr viele äufserst merkwürdige Erscheinungen, welche hier nicht weiter mitgetheilt werden können, nur eine andere Art der Sporenbildung mufs noch angedeutet werden, welche diese Pflanze zuweilen zeigt, wenn sie lange unter Wasser wuchs. Die Wasserformen derselben zeigen nämlich dünnere und sehr häufig gegliederte Schläuche; in den ungegliederten bilden sich dann und wann grofse ellipsoidische Sporen, welche der Länge nach in der Röhre des Schlauches liegen, sich zuweilen noch durch Bildung von Querwänden in zwei Theile theilen und später, nach der Zerstörung des umschliefsenden Schlauches zu neuen Individuen auswachsen.

Interessanter zeigt sich die Fruchtbildung bei der berühmten Achlya prolifera Nees v. Esenbeck, welche auf abgestorbenen thierischen und vegetabilischen Theilen unter Wasser zur Entwickelung kommt; sie ist ungefärbt, fast gänzlich ungegliederte, zuweilen auch verästelnde Schläuche zeigend, welche an den Enden kolbenförmig anschwellen und darin die Sporen bilden. Die Abbildungen von dieser Pflanze, welche ich in Fig. 18 und 19. Tab. X. gegeben habe, sind nach Exemplaren, welche an einer in Wasser liegenden Spinne entstanden waren. In Fig. 19. ist der Fruchtkolben eines Astes dargestellt, woran man sieht, dafs auch hier die Sporen d, d, etc. in besonderen Mutterzellen gebildet wurden, wie sie bei e, e deutlich zu sehen sind. Die Substanz der Wände dieser Mutterzellen, wie auch die der Fruchthülle ist jedoch so weich, dafs die Sporen, welche zuweilen schon in den Mutterzellen zu Entwickelung der jungen Pflanze kommen, durch diese Wände hindurchbrechen und auf der Oberfläche der Frucht mit

ihren Keimschläuchen erscheinen. In Fig. 18. wurde ein Theil einer gröfseren Pflanze der Art dargestellt; a c b d sind die Seitenwände des grofsen Schlauches, dessen oberes Ende ganz dicht mit Sporen gefüllt war, wie bei f, welche mit gröfster Regelmäfsigkeit geordnet auftraten, aber keine Spur der Mutterzellen zwischen sich zeigten. In dem unteren Ende dieses Schlauches, von e bis b d erkennt man, dafs der Inhalt noch mit einer inneren Haut umschlossen ist, die bei e eine vollständige Querwand bildet. Der Inhalt des Schlauches, bestehend in äufserst kleinen Partikelchen von ziemlich gleicher Gröfse, welche in der wasserhellen Flüssigkeit desselben enthalten sind, befand sich in beständiger Bewegung und zwar zeigten die Partikelchen eine Menge von Strömen, welche sich nach verschiedenen Richtungen hin bewegten, wie es durch die Pfeile angedeutet wird. Ich habe hier nur die Ströme in der oberen Hälfte des Schlauches aufzeichnen können; es waren deren noch eben so viele in der unteren Hälfte. An dem Ende des Schlauches drehten sich die Ströme um, und sich gegenseitig wieder vereinigend, und sich an anderen Stellen wieder trennend, liefen sie nach der entgegengesetzten Richtung, ziemlich ganz ebenso, wie wir es bei der Rotationsströmung in den Haaren von Pentastemon coeruleum u. s. w. kennen gelernt haben. Nur für diejenigen Anfänger in der Botanik, welche diesen Theil des Buches früher lesen sollten, als den zweiten, habe ich noch zu erinneren, dafs diese Ströme nicht etwa in besonderen Gefäfsen verlaufen, wie dergleichen von Herrn C. H. Schultz in solchen Fällen gelehrt werden, sondern frei im Zellensafte auftreten. Dafs sich die Sporen dieser Achlya einige Zeit hindurch frei bewegen, ähnlich denjenigen der Vaucherien, so wie auch die Entwickelung derselben zu neuen Pflänzchen, habe ich an einem anderen Orte umständlich angegeben *).

---

*) S. Nova Acta Acad. C. L. C. nat. cur. Tom. XV. P. II. pag. 374. Tab. LXXIX.

Bei diesen Fadenpilzen kommt auch Fruchtbildung durch Conjugation vor, und diese zeigt sich auf ähnliche Art, wie die Conjugation der Conferven (S. pag. 425.); es ward diese Erscheinung bei den Pilzen zuerst durch Herrn Ehrenberg *) beobachtet, und zwar bei der Gattung Syzygites. Die aufrecht stehenden, ungegliederten Schläuche bilden seitliche warzenförmige Anschwellungen, welche sich aneinander legen und worauf zwischen beiden eine grofse Spore gebildet wird, indem der Inhalt jener Warzen hervortritt und sich mit einander vereinigt. Eine solche Conjugation ist bis jetzt noch bei keinem anderen Pilze beobachtet worden, wohl aber findet bei diesen, und besonders bei den höheren Formen eine Conjugation der Fäden, woraus der Thallus derselben besteht, sehr häufig statt, welche aber nicht mit Sporenbildung begleitet ist, also ähnlich wie bei der Conjugation der sogenannten Conferva genuflexa, und wir werden über diesen Gegenstand bald nachher etwas ausführlicher sprechen.

Bei einer sehr grofsen Reihe von Pilzen, wovon die Gattungen Helvella, Peziza u. s. w. die bekanntesten sind, treten die Sporen im Inneren von Schläuchen (thecae) auf, welche auf der Oberfläche des Pilzes in grofser Menge nebeneinander sitzen, und bei der Reife der Sporen zur geöffneten Spitze hinaustreiben. Man kann das Hervortreten dieser Sporen bei hellem Sonnenschein in Form eines feinen Staubes wahrnehmen, und bei den Morcheln ist es zuweilen so stark, dafs sie rauchend erscheinen, und später auf der ganzen Oberfläche mit einem weifsen Anfluge bedeckt sind, welcher aus unzähligen dieser Sporen besteht. In dieser Art, nämlich im Inneren von besonderen Schläuchen, treten die Sporen noch bei einer sehr grofsen Anzahl von Pilzen auf. Bei Peziza habe ich beobachten können, dafs die grofsen elliptischen Sporen aus gewöhnlichen Zellen hervorgehen, welche im Inneren der Sporenschläuche

---

*) Verhandlungen der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin. Bd. I. Stück 2. 1820.

der Reihe nach aufeinander stehen. Die ausgestreueten Sporen der Helvellen kommen sehr leicht zur Entwickelung; man darf die alten Pflanzen nur unter eine Glasglocke stellen, so keimen die Sporen in grofser Menge auf der Oberfläche des Pilzes. Die Sporen zeigen doppelte Häute; die äufsere Membran ist bedeutend dicker und fester als die innere, und das Auftreten von 2 regelmäfsig gestellten und gleichgrofsen Kernen im Inneren dieser Sporen ist eine längst bekannte Erscheinung. Wenn sich diese Sporen zu jungen Pflanzen entwickeln, so springt an irgend einer Stelle die äufsere Haut in Form einer kleinen Oeffnung auf, und es wächst die innere Haut in Form eines zarten Schlauches hervor; sehr oft kommen zwei solcher Keimschläuche an verschiedenen Punkten zu gleicher Zeit hervor, und meistens ziemlich regelmäfsig an den Enden. Mit dem Hervortreten der Keimschläuche geht eine bedeutende Veränderung im Inneren der Sporen vor sich; in den meisten Fällen werden beide Kerne zu einer schleimigen Substanz aufgelöst, und der Schleim bildet eine Art von Gewebe in der Höhle der Spore, ähnlich dem Seifenschaum, welches sich immer mehr verliert, je weiter jene Schläuche hervorwachsen. Mitunter bleiben jene beiden Kerne noch lange Zeit hindurch in dem Inneren der Spore zurück und werden nur aus ihrer natürlichen Lage verschoben, woraus wohl sehr deutlich das Resultat hervorgeht, dafs jene Kerne nicht unmittelbar auf die Entwickelung der Keimschläuche Einflufs haben.

Bei den Hymenomyceten haben die Fructifications-Organe in neuester Zeit die Aufmerksamkeit verschiedener Beobachter auf sich gezogen; nachdem man lange Zeit hindurch die schönen Beobachtungen, welche Micheli über diesen Gegenstand angestellt hatte, übersah. Micheli *) beschrieb schon an Agaricus-Arten, dafs auf der Oberfläche der einzelnen Lamellen überall sehr kleine, runde oder halbrunde Saamen vorkommen, welche bei einigen Arten

*) Nova genera plantarum pag. 133. Tab. 73.

zerstreuet anzutreffen wären, die anderen dagegen zu 4 beisammenständen; und nimmt man noch die Abbildungen Micheli's hinzu, so geht daraus wohl ganz deutlich hervor, dafs derselbe das Auftreten der freistehenden Saamen, so wie auch deren Stellung zu 4 bei Agaricus Coprinus erkannt hatte. In anderen Fällen dagegen*) hat Micheli diese freistehenden Saamen ganz verkannt; er nennt sie: flores apetali monostemones, und bildet daneben Saamen ab, welche es gewifs nicht sind.

Vor einigen Jahren ward dieser Gegenstand von mehreren Seiten her von Neuem beobachtet, man glaubte etwas ganz Neues gefunden zu haben, und begann um die Priorität dieser Entdeckung zu streiten, bis endlich ganz neuerlichst eine Abhandlung von Herrn Berkeley**) erschien, welche durch die musterhafteste Nachweisung der älteren Litteratur über diesen Gegenstand den Streit beendet haben möchte; von der neueren Litteratur findet sich darin leider gar nichts. In den so eben erscheinenden Schriften der Herren Klotzsch***) und Phoebus†) ist die Form der Fructificationsorgane bei den Analysen der einzelnen Pilze stets dargestellt und ich kann darauf zur Ansicht verweisen.

Das Fruchtlager (Hymenium) dieser Pilze besteht aus einer besonderen Schicht von gleichmäfsig geformten Zellen, welche mit ihrer Längsachse vertikal auf der Fläche des darunter liegenden Zellengewebes der Lamellensubstanz aufgesetzt sind. Sie sind zwar bei verschiedenen Arten und Gattungen sehr verschieden geformt und auch verschieden grofs, im Allgemeinen aber sind sie cylinderisch, oft mit einem dünnen Stiele, meistens aber mit einem verdickten Ende versehen. Alle diese Zellen des Fruchtlagers

---

*) S. pag. 117. des angef. Werkes.

**) On the Fructification of the Pileate and Clavate Tribes of Hymenomycetous Fungi. — Ann. of natur. history etc. London 1838. pag. 82.

***) S. die Pilze in Dietrich's Flora von Preufsen. 1838.

†) Deutschland's kryptogamische Gift-Gewächse etc. Berlin 1838.

zeigen im ausgebildeten Zustande einen opaken, und etwas gekörnten Inhalt; eine grofse Menge derselben kommt zu einer besonderen Entwickelung, indem sie sich verlängern, dadurch mehr oder weniger weit über die Fläche der übrigen Zellen emporragen, und zu besonderen Saamenträgern werden. Die Saamen oder Sporen dieser Pilze entwickeln sich aus dem abgerundeten Ende dieser besonders hervorgewachsenen Zellen des Fruchtlagers, und zwar in folgender Art. Es entwickeln sich an der genannten Stelle äufserst feine spitze Hervorragungen, deren Zahl und Länge bei den verschiedenen Arten ganz genau bestimmt ist; haben diese hervorwachsenden Spitzen beinahe die vollkommene Länge erreicht, so schwellen ihre äufsersten Enden zu kleinen runden Knöpfchen an, welche allmählich immer gröfser werden, sich von ihrem bisherigen Stielchen abschnüren, verschiedene Formen annehmen und die Saamen oder Sporen dieser Pflanzen darstellen.

Durch die neuesten Arbeiten, welche über diesen Gegenstand im Vorherigen angeführt wurden, ist es erwiesen, dafs die Zahl dieser freistehenden Saamen für bestimmte Gattungen sehr constant ist, und Herrn Berkeley's Beobachtungen sind hierüber am ausführlichsten; er fand, wie schon früher, wenn auch weniger allgemein angegeben worden war, dafs die Saamen bei der Gattung Agaricus zu 4 auftreten, mag die Form derselben noch so verschieden sein; nur bei Agaricus flexuosus Fr. glaubt derselbe eine constante Ausnahme beobachtet zu haben, indem er hier immer nur 2 Saamen sah, aber die Bildung der beiden anderen schien unterdrückt zu sein. Bei der grofsen Gattung Agaricus entwickelen sich also auf der abgerundeten Spitze des Saamenträgers vier regelmäfsig im Vierecke gestellte Spitzen, aus deren Enden die 4 Saamen zur Entwickelung kommen; fallen die Saamen später ab, so bleiben die früheren Saamenstiele an dem Saamenträger zurück, und in diesem Zustande findet man dieselben ganz gewöhnlich, wenn man sie an alten Pilzen untersucht, und die Schnitte unter Wasser legt, worauf sich die meisten Saamen ablö-

sen. So überaus constant die Zahl der Sporen bei den ausgebildeten Hymenomyceten ist, so fand ich dieselbe denn doch bei jungen Pilzen äufserst verschieden, ein junger Champignon, der noch vollkommen von der Volva umschlossen war, zeigte schon eine Menge von ausgebildeten Sporen, die eine bräunliche Farbe angenommen hatten, und sich bei der Berührung mit Wasser von ihren Sporenstielen ablöfsten, woraus man vielleicht schliefsen durfte, dafs dieselben schon ziemlich vollständig reif waren. Die meisten dieser Sporen safsen ganz regelmäfsig zu 4 auf den einzelnen Schläuchen des Fruchtlagers, ich fand aber eine sehr grofse Menge von Schläuchen, welche nur zwei Sporen trugen, so wie auch viele andere, welche nur eine einzelne Spore mit ihrem Träger aufzuweisen hatten, und diese safs unmittelbar auf dem Scheitel des Schlauches. In einem so frühen Zustande ist der Inhalt der Schläuche des Fruchtlagers noch nicht so auffallend gefärbt, sondern erscheint noch als eine schaumartig gestaltete Schleimmasse.

Die Anzahl der Saamenträger, welche sich aus den vorhin beschriebenen Zellen des Fruchtlagers entwickeln, so wie ihre Stellung ist sehr regelmäfsig, und zwar in der Art, dafs rund um einen Saamenträger 4, 5, 6 und 7 Zellen des Fruchtlagers unfruchtbar bleiben, oder vielmehr keine Saamen entwickeln.

Bei der Gattung Boletus ist die Zahl der Saamen ebenfalls regelmäfsig 4, auch bei Thelephora möchte es Regel sein; bei anderen Gattungen dagegen ist die Anzahl der Saamen bei verschiedenen Arten sehr verschieden; so zeigt nach Herrn Berkeley's Beobachtungen Clavaria cristata Pers. 2 oder auch 3 Saamen, Clavaria crispula Fr. hat 3 oder 4 Saamen. Clavaria vermicularis Swartz hat nur 2 Saamen und Calocera viscosa Fr. sogar nur einen Saamen auf jedem Saamenträger.

Bei Cantharellus cibarius und tubaeformis Fr. sind 6 Saamen, wovon 4 wie gewöhnlich bei Agaricus gestellt sind und 2 jenen 4 zur Seite; bei Cantharellus cornucopioides kommt dagegen nur ein einzelnes Paar von Saamen

vor, und bei C. fissilis sind nur einzeln stehende Saamen, u. s. w.

Bei allen diesen Pilzen mit freistehenden Saamen findet man zwischen den Saamenträgern einzelne, mehr oder weniger grofse und vielfach verschieden geformte Schläuche, welche mit einer opaken und etwas gekörnten Masse gefüllt sind, ganz ebenso, wie die Zellen des Fruchtlagers. Die Form, in welcher diese Schläuche bei verschiedenen Arten und Gattungen auftreten, ist ziemlich ganz constant, die Anzahl derselben, so wie ihre Stellung scheint aber, nach meinen Beobachtungen wenigstens, sehr verschieden zu sein. Dieser Gegenstand ist von den neuesten Bearbeitern der Pilze schärfer aufgefafst worden, doch herrscht über denselben noch immer eine grofse Meinungsverschiedenheit. Auch diese Gebilde wurden zuerst von Micheli*) beobachtet, und zwar an Coprinus und ähnlichen auf Dünger wachsenden Pilzen, wo sie ganz besonders ausgebildet auftreten; er beschrieb sie als durchsichtige Körper von konischer oder pyramidaler Form und er glaubte, dafs sie dazu dienten, damit sich die Lamellen gegenseitig nicht berührten u. s. w.; ich finde aber nirgends, dafs Micheli diese Körper unumwunden stemones benannt hat, wie es Herr Corda**) angiebt, noch weniger hielt Micheli diese Gebilde für Antheren, was Herr Corda***) ganz neuerlichst ausgesprochen hat. Erst Gleditsch und Batsch scheinen jene, von Micheli entdeckten Körper für die befruchtenden Werkzeuge dieser Pilze erkannt zu haben, und es wurden dieselben defshalb Stamina oder Antheren genannt. Man darf sich nicht wundern, dafs diese sehr gewagte Ansicht schon damals so bestimmt ausgesprochen wurde, da es gerade um die Zeit geschah, in welcher man überall die Geschlechtsverschiedenheit der Pflanzen nachweisen wollte. Bulliard †) hat endlich bei den Gattungen Agaricus, Bo-

*) l. c. pag. 133. Tab. 73. I.

**) Flora von 1834. pag. 113.

***) Icon. fungor. etc. I.

†) Hist. des Champign. de la France Vol. I. pag. 44. etc. Paris 1791.

letus und Thelephora die Saamen sehr bestimmt von den spermatischen Gefäfsen unterschieden, und als diese die hervorragenden Schläuche erkannt, von denen soeben die Rede war. Herr Link nannte später diese Gebilde Paraphysen, worin viele andere Botaniker gefolgt sind; andere bezeichneten sie blofs mit dem Namen der Schläuche, so auch Herr Berkeley, obgleich derselbe das Auftreten dieser Schläuche bei verschiedenen Arten und Gattungen sehr richtig beobachtet hat. Herr Klotsch hat in der schon angeführten Arbeit die schönsten Abbildungen dieser Gebilde gegeben, welche er für Antheren hält, die bei verschiedenen Pilzen sehr verschieden geformt sind. Endlich hat auch Herr Phoebus (l. c. pag. 11.) diesen Gegenstand vielfach beobachtet und spricht die Ansicht aus, dafs man diese Paraphysen in sehr vielen (vielleicht in allen?) Fällen nur für abnorm veränderte Saamenträger zu halten habe. Herr Corda *) gab einst eine Mittheilung über die Beobachtungen, welche er über die Pilz-Antheren angestellt hatte; er beschreibt sie aber von so mannigfacher Gestalt und Zusammensetzung, wie ich dieselben nicht habe wiederfinden können.

Aus dieser historischen Uebersicht geht also hervor, dafs über die Funktion dieser Gebilde eine grofse Meinungsverschiedenheit herrscht; direkte Befruchtungs-Versuche können hier nicht angestellt werden, demnach ist weder die eine, noch die andere der herrschenden Meinungen mit Bestimmtheit zu erweisen. Auch ich halte jene Körper für Organe, welche eine befruchtende Substanz enthalten; meine Beobachtungen zeigten mir jedoch, dafs sie einmal nur sehr sparsam auftreten, ja gar nicht selten an ausgebildeten Pilzen, welche mit Tausenden und Tausenden von Saamen bedeckt sind, gänzlich fehlen. In vielen Fällen sieht man nur zu deutlich, dafs diese Körper aus den abortirten Saamenträgern hervorgewachsen sind, ja in anderen schien es mir, dafs diese Saamenträger selbst

*) Flora von 1834. pag. 113—115.

nach dem Abfalle der Saamen zu einer besonderen Gröfse anschwellen, und dann ebenfalls als Antheren-artige Organe erscheinen; in beiden Fällen zeigen sie dann auf ihrer Spitze die spitzen Stielchen, auf welchen die Saamen sonst befestigt sind. Ich bin also mit Herrn Phoebus zu einer und derselben Ansicht gekommen, dafs die Antheren-artigen Organe für abnorm veränderte Saamenträger zu halten sind, ich habe aber auch verfolgen können, dafs sich diese Organe unmittelbar aus den cylinderischen Zellen des Fruchtlagers hervorbilden, und dafs diese eben dieselbe Gröfse und Länge erreichen, wie die anderen. Es zeigt sich aber auch, dafs der Inhalt dieser, aufserordentlich entwickelten Gebilde ganz von derselben Art ist, wie derjenige, welcher die kleinen zurückbleibenden Zellen des Fruchtlagers füllt; nur in Hinsicht der Menge findet hierin Verschiedenheit statt. Zerstückelt man diese Zellen und beobachtet man die ausfliefsende opake, schleimige Substanz (bei Agaricus lacteus und Coprinus sah ich auch, dafs die grofsen sogenannten Antheren unter Wasser aufplatzten und ihren Inhalt ausgossen), so wird man sehen, dafs in derselben eine sehr grofse Menge von kleinen und von gröfseren Molekülen enthalten ist, welche ziemlich regelmäfsig gestaltet sind und eine lebhafte Molekularbewegung zeigen, ganz so wie die spermatische Substanz der Pollenkörner.

Erkennt man in diesen verschiedenen Fortpflanzungsorganen eine geschlechtliche Verschiedenheit und glaubt man, dafs hier eine wirkliche Befruchtung der Sporen stattfindet, so kann diese nur nach Art der Befruchtung der Fisch- und Amphibien-Eyer erfolgen, denn die Sporen bilden sich häufig schon viel früher aus, als die Füllung des Schlauches des Fruchtlagers mit jener opaken und gekörnten Substanz stattfindet.

Die Fortpflanzung der Pilze durch Saamen der Sporen ist schon lange bekannt, sie ward wohl von Micheli*) zuerst gelehrt, später von dem Herausgeber der Ueberset-

*) l. c. pag. 136. etc.

zung von Bonnets Werken der natürlichen Geschichte etc.*) genauer beobachtet, dann durch Herrn Ehrenberg**) ausführlicher verfolgt, und gegenwärtig weiſs man, daſs die Saamen der Pilze ebenso leicht als diejenigen der Algen keimen. Bei der Fortpflanzung der höheren Pilze durch Sporen, ist es allerdings noch Niemanden geglückt den ganzen Vorgang in der Art zu beobachten, daſs man darüber nähere Nachweisung geben könnte, aber dennoch darf heutigen Tages Niemand mehr daran zweifeln, daſs sowohl die niederen, als die höheren Pilze durch Sporen fortgepflanzt werden können.

Schon früher, ehe die Fortpflanzung der Pilze durch Sporen bekannt war, haben Malpighi und Tournefort die Entstehung derselben aus einem Gewebe feiner Fäden beobachtet, welches auch schon seit sehr langer Zeit zur künstlichen Fortpflanzung, z. B. bei den Champignons benutzt wird. Später kam man zu der Einsicht, daſs ein solches zartes, aus den feinsten Fäden gewebtes Gebilde, wenigstens allen höheren Pilzen zukomme, und in seinem Wachsthume oftmals höchst ausgezeichnet auftrete; man erkannte hierin den Thallus der Pflanze, und den daraus hervorgehenden Pilz erklärte man für die Frucht jenes Thallus oder für den Fruchtträger. Die ganze Gattung Himantia Pers. und viele der älteren Byssus-Arten sind nichts weiter, als solche Anfänge von Hymenomyceten, was gegenwärtig von verschiedenen Seiten her beobachtet ist; und die Vermehrung der Pilze geschieht durch den Thallus so vollkommen, daſs man denselben bei den Champignons mit dem Namen der Champignon-Brut bezeichnet. Herr Ehrenberg***) hat die Entwickelung der Clavaria canaliculata aus ihrem Thallus ziemlich vollständig nachgewiesen, und später hat Herr Dutrochet †) die Beobach-

*) Leipzig. 1783. III. pag. 46.

**) D. Mycetogenesi. — N. Acta Acad. C. L. C. T. X. P. I. 1820.

***) l. c. pag. 213. Tab. XIV.

†) Observat. sur les Champign. — Annal. du Mus. 1834. I. pag. 59—76.

tung bekannt gemacht, dafs die langen Fäden des Byssus parietina flavescens Fl. franç. an ihren Enden zusammenkleben, und den Stiel von Blätterschwämmen bilden; sie begannen zuerst zu schwellen und bildeten alsdann einen birnförmigen Körper, welcher der Anfang des Blätterschwammes war. Herr Dutrochet schliefst hieraus, dafs Blätterpilze die Früchte eines Byssus parietina sind, und dafs dieses auch für alle anderen Pilze gelte. Herr Turpin *) hat jenen Pilz, dessen Entstehung aus dem Thallus von Dutrochet beobachtet wurde, mit Meisterhand gemalt, wenn gleich die dazu gegebene Analyse gänzlich unrichtig ist. Man sieht aus jener Abbildung, und so habe ich es auch in der Natur mehrmals gesehen, dafs der Thallus von einem gewissen Mittelpunkte aus radial nach den verschiedenen Richtungen hin seine Aeste und Zweige ausbreitet, und die feinsten der Letzteren verwachsen mit den feinen Zweigen der zunächst liegenden Aeste. Endlich entwickeln sich aus den feinen Zweigen der äufsersten Spitzen der Aeste eine grofse Anzahl noch feinerer Fäden, welche in ihrem ferneren Verlaufe miteinander seitlich verwachsen, und damit die Basis bildet, von welcher aus die Entwickelung des Hutpilzes erfolgt, der sich in dem vorliegenden Falle als Cantharellus Dutrochetii Turp. darstellte.

Ich habe versucht die Bildung des Hutes an unseren Champignons zu verfolgen, deren Cultur so überaus leicht ist, aber diesen Untersuchungen setzen sich manche unüberwindliche Hindernisse in den Weg. Es ist allen Gärtnern sehr bekannt, dafs sich in unseren Gegenden fast überall, wo gröfsere Massen von Pferdedünger längere Zeit hindurch übereinanderliegen, der Thallus oder die sogenannte Brut der Champignons erzeugt; dieselbe besteht in einem zarten Gewebe von milchweifser Farbe, welches die tiefer liegenden Schichten des Dünger's nach allen Richtungen hin durchzieht, ja dieselben wie mit einem

*) Mém. de l'Academ. Royale des Scienc. de L'Instit. de France Tome XIV. 1838. pag. 154. Pl. 22.

Schleier überkleidet, und sich nach allen Richtungen hin weiter fortzieht. Aus kleineren, fast kreisrunden Massen dieses Gewebes, welche ich zuweilen sah, scheint zu folgen, dafs auch der Thallus dieses Pilzes, ähnlich wie in den vorhin angegebenen Fällen, von einem Mittelpunkte aus radial nach allen Richtungen hin verläuft, und von den Enden der Aeste und Zweige dieses Thallus gehen lange Fäden als Ausläufer ab, welche sich hie und da miteinander wieder vereinigen, aber meistens, auf verschiedene Strecken hin parallel nebeneinander verlaufen und ziemlich locker mit einander verbunden sind. Diese Fäden sind sehr zarte, oft äufserst langgegliederte Schläuche, die hie und da wiederum Verästelungen und Verzweigungen zeigen aber keinen sichtbaren Inhalt aufzuweisen haben; sie sind dabei sehr verschieden dick und es kommen immer um so stärkere Schläuche hervor, je mehr solcher Ausläufer der Nebenäste des Thallus zusammenstofsen. Besonders auffallend erscheint es, dafs alle diese Fäden des Thallus, und selbst die zartesten, welche bei 3 und 400facher Vergröfserung gleich den feinsten Härchen erscheinen, auf ihrer ganzen Oberfläche mit äufserst feinen, etwas länglichen aber ebenfalls ungefärbten Körperchen besetzt sind, welche den Fäden eine rauhe Oberfläche geben und wahrscheinlich, gleich den Wurzelhärchen der vollkommenen Pflanzen durch Vergröfserung der Fläche die Einsaugung befördern helfen. Aus den Enden dieser, zu mehr oder weniger grofsen Bündeln vereinigten Thallus-Fäden gehen endlich die Früchte oder Fruchtträger hervor; man sieht, dafs sich die Fäden eines solchen Bündels vielfach verästeln und verzweigen, dafs sich hiebei die neben einanderliegenden oftmals durch Conjugation vereinigen, und dafs unter diesen Erscheinungen das Ende des Ausläufers plötzlich anschwillt. Sobald man diese Anschwellung bemerkt, findet man auch schon das Fadenbündel aus dessen Ende dieselbe hervorgeht, im Inneren hohl, und die Anschwellung, welche sehr schnell an Umfang zunimmt wird zur Volva, in derem Inneren der ganze Hut

des Pilzes gebildet wird. Sehr häufig entstehen gleich zur Seite der Basis der ersteren Anschwellung neue, welche mitunter in sehr grofser Anzahl auftreten, während die Ausläufer des Thallus, welche hiezu verwendet wurden, an Zahl und Masse oftmals äufserst gering sind, so dafs es unerklärlich bleibt, wie sich an den Enden solcher kleinen Bündel in so kurzer Zeit oftmals so grofse Massen von Substanz bilden können.

Von der Sporenbildung der Flechten.

Wir haben schon früher die Fortpflanzung der Flechten durch Gemmen-artige Gebilde kennen gelernt, dieselbe geschieht aber auch durch wirkliche Sporen, welche in besonderen Früchten erzeugt werden, die unter dem Namen der Apothecia oder Fruchtlager bekannt sind, doch hat man an diesen Fructificationsorganen noch keine Andeutungen gefunden, welche auf eine geschlechtliche Verschiedenheit schliefsen liefsen. Das Fruchtlager wird aus der Substanz des Thallus gebildet und enthält einen Kern, bestehend aus gestreckten Zellen, zwischen welchen einzelne gröfsere und auffallender geformte Schläuche auftreten, in denen die Sporen enthalten sind. So überaus mannigfach die Sporen bei den verschiedenen Flechtengattungen gestaltet sind, so herrscht doch in der Art ihrer Bildung die gröfste Aehnlichkeit; sie erscheinen selbst im reifen Zustande fast immer in besonderen Schläuchen, ganz wie bei den Helvellen und Pezizen unter den Pilzen, und diese Schläuche sind als Mutterzellen anzusehen, in welchen die Sporen gebildet werden, nur dafs hier fast immer diese Mutterzellen zurückbleiben, ja selbst erhärten, während sie in den meisten anderen Fällen resorbirt werden. In dieser Art hat auch Herr Mohl *) die Flechtenfrucht gedeutet. Diese Sporenschläuche sind im frühesten Zustande von den daneben liegenden gestreckten Zellen des Frucht-

*) Flora von 1833. I. pag. 55.

kernes nicht zu unterscheiden; später vergröfsern sich dieselben und nun erscheint in ihrem Inneren eine schleimig gekörnte Masse, welche sich zu Zellen bildet, die dann zu wirklichen Sporen umgewandelt werden. Herr Meyer*) hat auch diesen Gegenstand mit vielem Fleifse verfolgt; er lehrte schon, dafs die Sporen bald in gröfserer bald in geringerer, oft in beträchtlicher Zahl der Länge nach an einandergereiht auftreten, in anderen Fällen aber, wo die Schläuche sehr weit sind, auch in Querreihen geordnet vorkommen. Bisweilen kommen die Sporen im Inneren eines Schlauches nicht zur Ausbildung, sondern es bildet sich ein zweiter Schlauch, in welchem hier und da Trübung und Bildung kleinerer, und ungeformter Zellchen eintritt, während sich in anderen Fällen der schleimig membranöse Schlauch auflöst und die noch aneinander hängenden Sporen im Zusammenhange bleiben, wie bei den Verrucarien. Die Form, Gröfse und Structur der Flechtensporen ist ganz überaus mannigfaltig, besonders bei den Gattungen der Kernfrucht- und Scheibenfrucht-Flechten, wie man es auf den Abbildungen der neuern systematischen Bearbeitungen dieses Gegenstandes sehen kann; sie bestehen bald aus einzelnen Zellchen, bald aus mehreren, und wie es scheint, so ist die Zahl dieser Zellchen meistens regelmäfsig, bald 2, bald 4, 8, 16, 32 u. s. w. Bei den Sporen, welche aus einzelnen Zellchen bestehen, ist es leicht zu sehen, dafs sie aus 2 Membranen, einer äufseren und einer inneren gebildet werden, und man kann wohl vermuthen, dafs diese Bildung hier, wie bei den Pilzen und so vielen Algen ganz allgemein ist. Herr Meyer**) hat auch das Austreten der Flechtensporen aus ihren Schläuchen näher beobachtet und giebt an, dafs sie unter Einwirkung des Lichtreizes bald einzeln, bald in kleinen Aggregaten gegen die Oberfläche der Schlauch-

---

*) Die Entwickelung, Metamorphose und Fortpflanzung der Flechten. Göttingen 1825. pag. 129.

**) l. c. pag. 131.

schicht vorrücken, oft aber rücken auch die Schläuche selbst mit hinauf. Man sieht die ausgetretenen Sporen nicht selten als ein feines Pulver auf der Oberfläche der Frucht liegen. Die Entwickelung dieser Sporen zu jungen Flechten ist durch Herrn Meyer beobachtet und *) ausführlich beschrieben worden; mir selbst ist die mehrfach wiederholte Aussaat nicht geglückt.

*) l. c. pag. 175.

Fünfte Abtheilung.

Von den Bewegungen und der Empfindung der Pflanzen.

Dieses schwierige Capitel beginne ich mit den Worten, welche Herr Alexander von Humboldt schon vor einem halben Jahrhundert ausgesprochen hat: „Ob wir gleich," heifst es in den Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen, „bis jetzt in den Gewächsen keine Nerven entdeckt haben, und unsere Begriffe von Empfindlichkeit blofs von der Natur der Nerven entlehnen, so können wir doch den Streit, welchen die Philosophen seit langen Zeiten über die Empfindlichkeit der Pflanzen geführt haben, nicht beilegen. Die Sache ist blofs subjektiv, wovon man kein anderes Kennzeichen angeben kann, als das Gefühl selbst, daher sind die Skeptiker, die nicht auf Analogie achten, unbezwingbar." Seit Du Hamel's *) ausgezeichneter Arbeit über die freiwilligen Bewegungen der Pflanzen, ist man über diesen Gegenstand nur wenig weiter gekommen, obgleich darüber sehr viel geschrieben ist, erst die neueste Zeit hat uns wiederum kostbare Arbeiten geliefert; als solche nenne ich die Arbeiten der Herrn E. Meyer: Ueber den Pflanzenschlaf**) und M. Dassen: Ueber die verschiedenartigen Bewegungen der Blätter***);

*) Naturgeschichte der Bäume. II. pag. 129 etc.

**) S. Vorträge aus dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Oekonomie etc. Königsberg 1834. pag. 127.

***) S. Natuurkundige Verhandelingen von de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Harlem. II. Deel. Te Harlem 1835. pag. 309—346.; — und dessen Onderzoek aangaarde de Bladbewegingen, die niet door aanzwellingen ontstaan — Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Phys. 1837. IV. pag. 106—131.

diese letztere Abhandlung ist mit grofser Umsicht und Literaturkenntnifs geschrieben.

Die Bewegungen der Pflanzen äufsern sich auf sehr mannigfache Weise, auch haben wir, schon in der vorhergehenden Abtheilung kennen gelernt, dafs es Pflanzen giebt, wie z. B. die Oscillatorien u. s. w., welche ganz offenbar freiwillige Bewegungen zeigen, so dafs man zweifelhaft bleibt, ob diese Gebilde zu den Pflanzen oder zu den Thieren zu bringen sind; wir haben ferner kennen gelernt, dafs die Saamen der niederen Pflanzen, bei denen eine wahre Geschlechts-Verschiedenheit nicht nachgewiesen werden kann, besonders die Saamen der Algen und der algenartigen Pilze, einige Zeit hindurch mit einer eigenen Bewegung begabt sind, welche man ebensowohl eine freiwillige oder selbstständige nennen kann, als die Bewegung der monadenartigen Infusorien, und endlich haben wir in den Saamenthierchen der Moose und der Charen Gebilde nachgewiesen, welche mit den Saamenthierchen der Thiere höchst auffallend übereinstimmen. Schon durch diese Beobachtungen haben wir kennen gelernt, dafs auch bei den Pflanzen und bei einzelnen Theilen der Pflanzen Bewegungen auftreten, welche mit allem Rechte mit denjenigen der Thiere zu vergleichen sind, aber auffallend ist es, dafs auch hierin die niederen Pflanzen den Thieren näher zu stehen scheinen, als die höheren.

Erstes Capitel.

Von der täglichen Bewegung, welche die Blätter der Pflanzen zeigen.

Die periodischen Bewegungen, welche ein grofser Theil der Pflanzen bei dem Wechsel von Tag und Nacht zeigen, wurden bisher ganz allgemein als Erscheinungen gedeutet,

welche dem Wachen und Schlafen der Thiere zu vergleichen wären; erst ganz neuerlichst hat man gegen diese Ansichten Einwürfe gemacht, welche wir in der Folge näher untersuchen wollen.

Die ersten Beobachtungen über die täglichen Bewegungen der Blätter sind schon sehr alt, so hat Plinius *) die Beobachtung aufgezeichnet, dafs sich die Blätter des Trifolium's bei annahendem Unwetter schliefsen; später haben Valerius Cordus und Garcia de Horto **) einige Bemerkungen über diesen Gegenstand gemacht, bis endlich Linné diese Erscheinungen in ihrer Allgemeinheit auffafste, und die nächtliche Stellung der Blätter mit dem Namen des Schlafes der Pflanzen belegte ***). Sehr treffend hat Herr De Candolle die Bemerkung gemacht, dafs Linné diese Benennung in seinem, stets dichterischen Style gemacht habe, und es wurde auch schon in seiner Schrift (pag. 336) gesagt, dafs diese Benennung eigentlich unpassend sei. Dessen ungeachtet haben fast alle Botaniker, bis auf die neueste Zeit von dem Schlafe der Pflanzen gesprochen, und darunter theils die nächtliche Zusammenfaltung der Blätter begriffen, theils auch die nächtliche Schliefsung der Blumen als eine, damit zusammenhängende Erscheinung angesehen.

Linné gab zugleich eine Uebersicht von der nächtlichen Stellung der Blätter, indem er dieselbe hienach eintheilte in: folia conniventia, includentia, circumsepientia,

---

*) Hist. natur. Lib. XVIII. Cap. 35.

**) S. De Candolle's Pflanzen-Physiologie. Ueb. v. Roeper. II. pag. 628.

***) Somnus plantarum in dissert. acad. propositus praeside Linnaeo a Petro Bremer. Upsaliae 1755. 4. — Caroli Linnaei Amoenit. academicae. IV. pag. 333. Herr Dassen hat neuerlichst zu zeigen gesucht, dafs die Benennung des Schlafes der Pflanzen von Bremer und nicht von Linné ausgegangen sein möchte, indem Linné schon im Jahre 1737 in seiner Flora Lapponica, mehrere Pflanzen aufführt, deren Blätter des Nachts eine andere Stellung als am Tage haben, und dieser Beobachtungen in jener Dissertation nicht gedenkt.

munientia, conduplicantia, involventia, divergentia, dependentia, invertentia und imbricantia*); für die systematische Botanik ist diese Eintheilung allerdings von Werth, in physiologischer Hinsicht reichte sie jedoch nicht aus, und ich halte die Eintheilung, welche Herr Dassen **) kürzlich über diesen Gegenstand mitgetheilt hat für zweckmäfsiger, indem sie sich ganz allein auf die Richtung gründet, welche die beweglichen Blätter des Nachts annehmen. Die Blätter können sich Nachts in die Höhe heben, oder sie können sich niederbeugen; in anderen Fällen bewegen sie sich seitlich, und zwar wiederum nach verschiedenen Richtungen. Da sich bei zusammengesetzten Blättern die einzelnen Theile ebenfalls und unabhängig vom Ganzen bewegen können, so wird die Bewegung solcher Blätter complicirter; bei den meisten Pflanzen zeigen jedoch die Blätter nur eine Bewegung. Die Eintheilung des Herrn Dassen über die Verschiedenheiten in der Richtung, welche die Blätter bei ihrer nächtlichen Stellung annehmen ist folgende:

1) Pflanzen, deren Blätter nur eine Bewegung zeigen.
   a. Das Blatt oder dessen beweglicher Theil, hebt sich Nachts in die Höhe, wie z. B. bei Faba vulgaris, Lotus, Trifolium, Vicia, Lathyrus.
   b. Die Blätter oder deren bewegliche Theile, werden des Nachts niedergesenkt, wie z. B. bei Lupinus, Oxalis, Robinia, Glycyrrhiza, Glycine.
   c. Das Blatt oder dessen bewegliche Theile bewegen sich seitlich und nach vorn, wie z. B. bei Tamarindus indica, Mimosa-Arten u. s. w.
   d. Das Blatt oder dessen bewegliche Theile bewegen sich seitlich nach hinten, wie z. B. bei Thephrosia caribaea.

2) Pflanzen mit Blättern, welche zwei bewegliche Theile haben.

*) S. l. c. pag. 342.

**) Harlemer Maatschappij etc. pag. 217.

A. Der gemeinschaftliche Blattstiel steigt etwas in die Höhe.
  a. Die Blättchen biegen sich abwärts, wie bei Hedysarum gyroides, Cassia.
B. Der gemeinschaftliche Blattstiel senkt sich etwas.
  a. Die Blättchen beugen sich abwärts, wie bei Amorpha fruticosa.
  b. Die Blättchen beugen sich seitlich nach vorn, wie bei Gleditschia.

3) Pflanzen mit Blättern, welche drei bewegliche Theile haben.

A. Der gemeinschaftliche Blattstiel senkt sich abwärts.
  a. Die besonderen Blattstiele nähern sich einander.
    [1]) Die Blättchen heben sich in die Höhe, wie bei Mimosa pudica u. s. w.

Im Allgemeinen kann man annehmen, dafs die einzelnen Blätter, welche diese täglichen Bewegungen zeigen, bei ihrer nächtlichen Stellung in diejenige Lage zurückkehren, welche ihnen in ihren früheren Lebensverhältnissen zukam, und je jünger die Blätter sind, um so vollkommener wird die Gleichheit in diesen Stellungen; dagegen verschwindet die auffallende Verschiedenheit in der Richtung zwischen der täglichen und der nächtlichen Stellung immer mehr, je älter die Blätter werden. Herr Meyer, der die nächtliche Stellung der Blätter sehr sinnreich mit dem Schlafe der Thiere vergleicht, sagt ganz entschieden, dafs je jünger das Blatt, desto tiefer auch der Schlaf ist; es richtet sich früher empor, oft schon gegen Mittag; doch mit zunehmendem Alter schwindet Fähigkeit und Bedürfnifs des Schlafes. Ja an einer und derselben Pflanze kann man, in einer einzigen Nacht, alle Verschiedenheiten des Schlafes in Bezug auf verschiedenes Alter beobachten. Hat man die Pflanze bei Tage genau angesehen, so wird man des Nachts bemerken, dafs die jüngsten Blätter fast zum Knospenzustande zurückkehren, während die untersten Blätter oft nicht mehr die mindeste Veränderung zeigen.

Diese täglichen Bewegungen der Blätter scheinen auch mit der Structur derselben im innigen Zusammenhange zu

stehen, denn wir sehen, dafs sich, wenn man so sagen darf, die Neigung zum Schlafen bei zarten Blättern viel häufiger zeigt, als bei derberen; ja bei Pflanzen mit festen, lederartigen und fleischigen Blättern, wie bei dem Buxbaum, den Coniferen, den Fettpflanzen u. s. w. zeigt sich keine Spur von Veränderung in der täglichen Stellung der Blätter. Um so entschiedener ist dagegen die nächtliche Stellung der Blätter bei solchen Pflanzen, wo eigenthümliche Gelenke auftreten, mit welchen die Blätter oder deren einzelne Theile mit einander, oder unmittelbar mit dem Stamme der Pflanze in Verbindung stehen. Dieses Letztere findet in einem so höchst ausgezeichneten Grade bei der Sinnpflanze (Mimosa pudica) und dem Hedysarum gyrans statt, wie es bis jetzt noch bei keiner anderen Pflanze beobachtet ist.

Die Richtung der Blätter und deren Veränderung steht mit dem Stande der Sonne in einem sehr genauen Verhältnisse, obgleich, wie wir es in der Folge sehen werden, dieselbe von Letzterer gerade nicht unbedingt abhängig ist. Wir sehen im Allgemeinen, dafs sich die tägliche Stellung der Blätter mit untergehender Sonne verändert, und zwar tritt diese Veränderung um so regelmäfsiger und vollständiger auf, je kräftiger die Pflanze vegetirt; um so unvollkommener und unregelmäfsiger dagegen, je älter die Blätter der Pflanze sind. Der Eintritt der nächtlichen Stellung der Blätter ist aber gerade nicht von dem Stande der Sonne, sondern mehr von der Wirkung des Sonnenlichtes abhängig, denn wir sehen, dafs Gewächse, oft mitten am Tage, wenn sich die Sonne durch dickes Gewölk verdunkelt, allmälich die Stellung der Blätter verändern und die nächtliche Stellung annehmen, welche man mit dem Namen des Schlafes bezeichnet. Ja wir sehen bei trübem Wetter, dafs sich die Blätter mancher Pflanzen den Tag über fast gar nicht öffnen, und wenn sie es gegen Mittag thun, so pflegen sie sich schon sehr früh Nachmittags wieder zu schliefsen. In den kalten Juli-Tagen, welche wir im vergangenen Sommer hatten, sah ich an einem Nachmittage,

gleich nach 3 Uhr, dafs sich die grofsen Blätter des Hydysarum gyrans vollkommen niedersenkten, so dafs sie den Stengel wie mit einem Mantel bekleideten, nachdem sich plötzlich der ganze Horizont mit dunkeln Regenwolken bezogen hatte. Es regnete hierauf den ganzen Tag bis spät in die Nacht hinein, und das Hedysarum blieb denn auch bis zum folgenden Morgen in seiner nächtlichen Stellung. Einige Stunden später, meistens schon um $5\frac{1}{4}$ Uhr, falteten sich auch die Blätter der Mimosen zusammen, welche ich an jenem Tage im Zimmer zu stehen hatte. Herr Morren *) hat selbst beobachtet, dafs sich während der Sonnenfinsternifs am 18. Mai 1836 mehrere Leguminosen, als Cassia subfusca, Tamarindus indica, Acacia speciosa, Mimosa sensitiva, M. pudica und M. arborea beinahe vollkommen zusammenfalteten, und bekanntlich war diese Sonnenfinsternifs noch lange nicht vollkommen.

Die tropischen Pflanzen, welche in unseren Gewächshäusern kultivirt werden, scheinen, wie man glaubt, fortzufahren zu derjenigen Zeit ihre Blätter zu schliefsen und zu öffnen, in welcher sie es in ihrem Vaterlande thun, indessen es lassen sich eine Menge von Thatsachen gegen diese Ansicht aufführen. Wir sehen allerdings, dafs dergleichen Gewächse aus wärmeren Climaten, die in unseren Gewächshäusern gezogen werden, schon früh, mitten im Sommer z. B. schon um 6 Uhr Abends ihre nächtliche Stellung annehmen, um welche Zeit allerdings in den Tropen der Untergang der Sonne eintritt; aber wir sehen auch, dafs eben dieselben Pflanzen des Morgens sehr früh ihre Blätter entfalten, wie z. B. die Mimosa pudica, in der Stube gezogen, oft schon lange vor 5 Uhr geöffnet dasteht. Im Allgemeinen kann man aber doch den Satz festhalten, dafs die tropischen Pflanzen auch in unseren Climaten die Dauer ihrer täglichen und nächtlichen Blattstellung ungefähr beibehalten; es versteht sich aber von selbst, dafs hiemit nur die Länge dieser Zeit, nicht aber die gleichnamigen Stunden gemeint sind.

*) L'Institut de 1836. pag. 416.

Wir kommen hierbei zur Betrachtung der Versuche, durch welche Herr De Candolle*) zuerst erwiesen hat, dafs man die periodischen Erscheinungen des Schlafen's und des Erwachen's der Pflanzen durch äufsere Einflüsse regelmäfsig abändern kann, eine Erscheinung, welche von hoher Wichtigkeit ist, besonders da man durch Du Hamel's**) Beobachtungen zu dem Schlusse berechtigt zu sein glaubte, dafs das Licht auf diese Erscheinungen von keinem Einflusse sei. Du Hamel sah nämlich, dafs sich die Mimosen, wenn sie im Finstern standen, ebenfalls Abends schlossen und Morgens öffneten, ja selbst das Licht einer Fackel bewirkte hierin keine Veränderung. Die Resultate, welche Du Hamel aus diesen Versuchen zog, sind durchaus unrichtig; er setzte seine Beobachtungen nicht lange genug fort, sonst hätte er gesehen, dafs sich jene regelmäfsigen täglichen Perioden, schon nach einigen Tagen abändern lassen. J. Hill***) war es aber, der zuerst zeigte, dafs die Erscheinungen des Pflanzenschlafes von dem Lichte abhängig wären, und dafs die Veränderung in der Stellung der Blätter ganz und gar den verschiedenen Graden des einwirkenden Lichtes entsprechen. Hill stellte eine Abrus-Pflanze während des Vormittags in einen dunkelen Raum und sah schon, dafs sich die Blätter nach Verlauf von einer Stunde sämmtlich gesenkt hatten. Als Anhang zu der obigen, deutschen Ausgabe von Hill's Schrift erschien eine Abhandlung von Zinn, worin derselbe durch neue Beobachtungen seine Zweifel erhob, ob denn der Mangel des Lichtes die alleinige Ursache des Pflanzenschlafes sein könne, und wie richtig diese Zweifel sind, werden wir in der Folge näher kennen lernen.

Herr De Candolle stellte verschiedene Pflanzen, deren Blätter eine besondere nächtliche Stellung annehmen, in

*) Mém. sur l'influence de la lumière artificielle sur les plantes. — Mém. des savans étrangers de l'Institut I.

**) l. c. II. 124.

***) Der Schlaf der Pflanzen und die Ursache der Bewegung an dem Fühlkraut. A. d. Engl. Nürnberg 1768. pag. 39.

einen, durch sechs Argandsche Lampen erleuchteten Keller, und beobachtete ihr Verhalten bei diesem künstlichen Lichte. Am 25sten Juli Abend's wurden 2 geschlossene Exemplare der Mimosa pudica in jenen Keller gestellt; ihre Blätter öffneten sich um 2 Uhr Morgens und $1\frac{1}{2}$ Stunde früher, als die Pflanzen, welche sich im Treibhause befanden, sie schlossen sich aber schon um 3 Uhr Nachmittags. Am folgenden Tage öffneten sich diese Pflanzen schon um Mitternacht und schlossen sich schon um 2 Uhr Nachmittags. Wurde der Keller, worin die Mimosen standen, des Nachts erleuchtet und bei Tage dunkel erhalten, so veränderten die Pflanzen allmälich die Stunden des Schlafes, und schon am dritten Tage öffneten sie sich des Abends und schlossen sich gegen Sonnenaufgang. Läfst man aber die Mimosa pudica ununterbrochen in einem dunkelen Raume stehen, so treten zwar ebenfalls die periodischen Erscheinungen von Eröffnen und Schliefsen der Blätter auf, aber im höchsten Grade unregelmäfsig. Ich habe diese Versuche zum Theil wiederholt, und bediente mich dabei statt des Kellers eines gewöhnlichen Ofens; auch ich habe bei diesen Versuchen bemerkt, dafs sich bei anhaltender Beleuchtung die Perioden des Wachens und des Schlafens immer mehr und mehr abkürzen, so dafs eine solche Pflanze schon am dritten Tage, und zwar dem Lichte einer einzigen Lampe ausgesetzt, ihre Blätter gegen Mittag schlofs. Das wichtigste Resultat dieser Beobachtungen war jedoch, dafs man die Sinnpflanze durch den künstlich geleiteten Einflufs des Lichtes dahin bringen kann, dafs sie des Nachts ihre Blätter entfaltet, und dieselben bei Tage wiederum schliefst.

Herr De Candolle fand aber auch, dafs die periodischen Erscheinungen des Wachens und Schlafens der Blätter bei mehreren Gewächsen, als z. B. bei Oxalis incarnata L. und O. stricta L., wie auch bei Mimosa leucocephala durch künstliche Beleuchtung nicht zu verändern waren, denn sie öffneten drei Tage hindurch ihre Blätter im Dunkeln, und schlossen sie drei Nächte hindurch in jenem hellerleuchte-

ten Raume. Oxalis stricta ist indessen eine, in dieser Hinsicht sehr empfindliche Pflanze; Herr Dassen stellte sie bei Tage unter ein Futteral von steifem Papier, und in einer halben Stunde waren alle Blätter geschlossen. Vielleicht waren daher die Zeitperioden, in welchen die De Candolle'schen Experimente mit Oxalis stricta u. s. w. angestellt wurden, nicht lang genug, um die Gewohnheiten dieser Pflanzen umzuändern, aber jedenfalls scheint es sehr gewagt, wenn man diese Experimente stets als ganz erwiesen ansieht, besonders da ich bei Oxalis tetraphylla das Gegentheil beobachtet habe.

Wir kommen jetzt zur näheren Betrachtung des Zustandes, welchen die Pflanze bei der nächtlichen Stellung der Blätter darbietet, und auch hier möge die Sinnpflanze als Beispiel dienen. Die gemeinschaftlichen Blattstiele der Blätter dieser Pflanzen stehen in verschiedenen Winkeln zu dem Stamme der Pflanze; bei den untersten und ältesten Blättern ist dieser Winkel gröfser, als bei den obersten und jüngsten; diese stehen in einem Winkel von 60 und 70 Grade, die darauf folgenden zeigen eine beständige Zunahme dieses Winkels und die untersten, besonders wenn die Pflanze schon etwas alt ist, und an Empfindlichkeit verliert, stehen im rechten Winkel von dem Stamme ab. An gewöhnlichen warmen und hellen Sommertagen beginnt die Zusammenfaltung der Pflanze schon gegen 6 Uhr, und zeigt sich zuerst in einem allmäligen Senken der gemeinschaftlichen Blattstiele; nach einiger Zeit, wenn sich die Winkel, welche die Blattstiele mit dem Stamme machen, um 20 und 30 Grad vergröfsert haben, beginnen die Fiederblättchen sich zu erheben, doch nicht einzeln, sondern mehr in Masse, oft der ganzen Seite eines gefiederten Blattes entlang, meistens aber von der Basis anfangend und sich allmälich nach der Spitze des Blattes hinziehend, jedoch findet auch hierin gar nicht selten grofse Unregelmäfsigkeit statt. Mit diesem Zusammenlegen der Fiederblättchen näheren sich die Stiele der gefiederten Blätter, und der gemeinschaftliche Blattstiel senkt sich immer mehr

und mehr, so dafs er bei einbrechender Nacht mit dem Stamme nach Unten zu einen Winkel von 30 Graden bildet, und sogar nicht selten ganz parallel mit der Richtung des Stammes steht. Nach Mitternacht beginnt schon wiederum das Steigen des gemeinschaftlichen Blattstieles und gegen Morgen, mitunter schon gegen 3 und 4 Uhr, gewöhnlich aber erst nach 5 Uhr, eröffnen sich wieder die Fiederblättchen, doch ist die Ordnung, in welcher sich die verschiedenen Theile der einzelnen Blätter wieder entfalten, nicht immer gleich.

Der Winkel, in welchem die Blattstiele bei ihrer Tagstellung zum Stamme gerichtet sind, ist an verschiedenen Tagen sehr verschieden grofs; im Allgemeinen kann man sagen, dafs derselbe um so gröfser ist, je reizbarer die Pflanze ist, und dieses steht wieder im Verhältnisse zum Wetter und zu dem Stande der Sonne. So sah schon Du Hamel *), dafs der gemeinschaftliche Blattstiel einer Mimose Morgens um 9 Uhr einen Winkel von 100° (auf der unteren Seite nämlich!) zeigte; um 12 Uhr betrug derselbe 112°, um 3 Uhr nur noch 100° und Abend's um 8 Uhr 90°. Am anderen Tage dagegen, bei schönem Wetter zeigte derselbe schon um 9 Uhr Morgens einen Winkel von 135° und Mittags von 143°. Ganz in demselben Verhältnisse verändert sich dieser Winkel bei der nächtlichen Stellung der Blätter; er pflegt Abend's um so kleiner zu sein, je reizbarer die Pflanze ist, und je wärmer der Tag war. Du Hamel giebt auch an, dafs die Mimosen an solchen Tagen, wo sie beständig dem Sonnenlichte ausgesetzt sind, des Vormittags reizbarer, als des Nachmittags sind.

Mitunter findet man bei der nächtlichen Stellung der Mimosen-Blätter, dafs einzelne Blattstiele nicht gesenkt sind, wenn sich auch die Blättchen derselben zusammengefaltet haben; wenn man aber ein solches Blatt anrührt, so senkt es sich sogleich nachträglich.

Betrachtet man die Stellung der Blattstiele und der Blättchen der Sinnpflanze in ihrer nächtlichen Stellung, so

*) l. c. pag. 126.

wird man finden, dafs diese Zusammenfaltungen nicht etwa mit einer Erschlaffung begleitet sind, wie sie den Schlaf der Thiere gewöhnlich begleitet, sondern es findet gerade das Gegentheil statt; dieser Zustand nämlich, welchen man mit dem Namen des Schlafes der Pflanzen belegt hat, ist stets mit mehr oder weniger starken Contractionen begleitet. Die Fiederblättchen sind mittelst eigenthümlicher Gelenke dem gemeinschaftlichen Stiele des einfachen gefiederten Blattes aufgesetzt, so wie die gefiederten Blätter durch ähnliche Gelenke mit dem gemeinschaftlichen Blattstiele in Verbindung stehen, und dieser wieder mit dem Stamme oder den Aesten des Stammes zusammenhängt. Diese Gelenke sind von sehr eigenthümlichem Baue, sie werden äufserlich durch eine dicke zellige Wulst umschlossen, und in dieser sieht man, schon vermittelst einer Loupe, die wellenförmigen Contractionen, wenn sich der dazu gehörige Theil in die nächtliche Stellung versetzt hat. Diese Contractionen sind aber wohl nicht als aktive Aeufserungen des Zellengewebes anzusehen, sondern mehr als blofse Zusammenfaltungen, welche dadurch entstehen, dafs das Blatt, oder überhaupt der dazu gehörige Theil, mit einer gewissen Gewalt seine Richtung verändert, und also auch das in der Achsel liegende Zellengewebe zusammendrücken mufs. An den Gelenkwülsten der Fiederblättchen der Mimosa pudica contrahirt sich die obere Zellenmasse, weil sich das Blättchen nach Oben aufrichtet; von den Gelenkwülsten des gemeinschaftlichen Blattstieles dieser Pflanze wird jedoch die untere Zellenmasse contrahirt, indem sich der Blattstiel nach Unten senkt. Sind diese Zusammenfaltungen vollkommen erfolgt, so wird man sich überzeugen, dafs die zusammengefalteten Theile nicht wieder willkührlich auseinandergebogen werden können; die dabei erfolgten Contractionen sind so bedeutend, dafs man Gefahr läuft die Blätter abzubrechen, wenn man sie mit Gewalt auseinander zieht.

Herr Dassen hat sogar neuerlichst gezeigt, dafs diese Zusammenziehungen bei der nächtlichen Stellung der Blät-

ter mit gröfserer Kraftanstrengung erfolgen, als eigentlich dazu nöthig ist. Es wurden zu diesem Zwecke folgende Versuche angestellt *): Frisch abgeschnittene Zweige von Faba vulgaris, Oxalis stricta, Lupinus albus und Robinia viscosa wurden Abends um 6 Uhr auf Wasser gelegt, so dafs wenigstens einige ihrer Blätter mit der unteren Fläche vollkommen auf demselben trieben. Alsbald bemühten sich die Blätter ihre nächtliche Stellung anzunehmen, es krümmten sich die Blätter der Faba vulgaris, aber sie konnten sich nicht ganz aufheben. Die Oxalis machte dieselbe Bewegung, wodurch die Blättchen auf die Seite fielen. Die Blättchen von Lupinus konnten sich nicht von dem Wasser losmachen, sie drückten aber den Anheftungspunkt so weit nach Unten, dafs sie beinahe dieselbe Richtung, als aufser dem Wasser erhielten. Bei der Robinia viscosa konnten die Blättchen wegen des Widerstandes des Wassers nicht abwärts gebogen werden, sie hoben aber durch Rückwirkung den gemeinschaftlichen Blattstiel empor.

Um ferner die Kraft zu bestimmen, mit welcher die Blätter ihre nächtliche Stellung einnehmen, befestigte Herr Dassen an dergleichen Blättern kleine Gewichte. So wurde z. B. an dem Mittelnerven eines Blattes von Faba vulgaris, in $\frac{3}{4}$ der Länge von der Basis, 2 Gran Medicinalgewicht befestigt, während ein anderes Blatt sogar 4 Gran tragen mufste. Die Blätter mit 2 Gran hoben sich Abends wie gewöhnlich, diejenigen aber, welche mit 4 Gran beschwert waren, erhoben sich langsamer und erreichten die vollkommene Höhe der übrigen Blätter nicht mehr; woraus man ungefähr schliefsen kann, dafs jedes dieser Blätter 3 Gran mehr heben kann, als für die Schliefsung desselben nöthig ist.

Seit einer Reihe von Jahren hat Herr Dutrochet die botanische Welt mit Beobachtungen unterhalten, durch welche er bei der Mimosa pudica den Sitz der Beweglichkeit nachwiefs, und auch durch sinnreiche Hypothesen die

*) S. Dassen in den Harlem. Maatsch. etc. pag. 220 und die Uebersetzung in Wiegmann's Archiv. 1838. I. pag. 218.

ganze Erscheinung zu erklären suchte. Herr Dutrochet*) schnitt die Zellenmasse auf der unteren Seite der Gelenkknoten mehrerer Blattstiele von Mimosa pudica ab, und sah, dafs sich die Blattstiele senkten und die nächtliche Stellung annahmen, wie dieses bei jeder anderen Verletzung der Sinnpflanze geschieht; das Auffallende bei diesem Experimente war jedoch, dafs die Blätter in dieser gesenkten Stellung beharrten, und sich nicht wieder aufrichteten. An anderen Blättern wurde die Zellenmasse des Gelenkknoten's der oberen Fläche abgeschnitten, und diese Blätter senkten sich nicht, sondern richteten sich vielmehr noch mehr auf. Aus diesen so klar dargestellten Versuchen wurde sogleich gefolgert, dafs hier in dem Gelenke ein Antagonismus zwischen der oberen und der unteren Masse des Zellengewebes vorhanden sei; dafs sich nämlich bei dem Erheben der Blattstiele das Zellengewebe auf der unteren Fläche des Gelenkknotens ausdehne, während dasjenige auf der oberen Fläche des Gelenkes erschlaffe, und so umgekehrt; bei der nächtlichen Stellung der Blätter sei eine Expansion des Zellengewebes auf der oberen Fläche des Gelenkes und eine Erschlaffung desselben auf der unteren Fläche zu beobachten. Die Bewegungen der Pflanzen, wodurch deren Blätter die nächtliche Stellung annehmen, geschehen also nach diesen Beobachtungen nicht in Folge von Contraction, sondern sie werden durch Expansion des Zellengewebes auf der entgegengesetzten Seite bewirkt.

Die Resultate dieser Dutrochet'schen Versuche machten überall grofses Aufsehen und wurden sogar von mehreren Botanikern, als von Herrn L. Treviranus, Mohl, Meyer u. s. w. bestätigt, nur in den Schriften des Herrn Link**) finde ich eine Stelle, aus welcher die Unrichtigkeit jener Resultate schon ganz allein zu erweisen war. Es heifst daselbst: „Dafs die Ursache der Bewegung in

*) Recherches sur la structure intime des animaux et des végétaux, et sur leur motilité. Paris 1824.

**) Elem. philos. bot. Edit. altera II. pag. 360.

den Spiralgefäfsen und dem Prosenchym, nicht aber in dem besonders verdickten Parenchym, auch nicht in dem Einflufs einer Flüssigkeit in die Zellen besteht, sieht man daraus, dafs wenn man rund umher den Knoten des Blattstieles einschneidet, dafs Tropfen heraus fliefsen, das Blatt zwar niederfällt, aber sich bald wieder aufrichtet und bewegt wie vorher.“ Es ist in der That auffallend, dafs sich die Botaniker durch jene Dutrochet'schen Beobachtungen so lange Zeit hindurch haben täuschen lassen, denn es ist gar nicht schwer nachzuweisen, dafs sie unrichtig sind, und dafs alsdann auch alle die sinnreichen Hypothesen zusammenfallen, welche man zur Erklärung dieser Erscheinung aufgestellt hat. Ich habe an kräftigen Exemplaren der Sinnpflanze mitten im Sommer jene Versuche oft wiederholt, und zwar mit aller Sorgfalt, aber stets erhielt ich andere Resultate; ich schnitt das Zellengewebe der unteren Seite des Gelenkes, bis auf das Holzbündel in dessen Mitte, vollkommen eben ab und schon am zweiten Tage, so wie noch mehrere Wochen lang nachher, bewegten sich diese Blattstiele nach wie vor; am Morgen erhoben sie sich und am Abende senkten sie sich. Ich schnitt an anderen Blättern die obere Zellenmasse des Gelenkes ab und sogleich senkte sich der Blattstiel, erhob sich aber später, und in den folgenden Wochen bewegten sich auch diese Blätter nach wie vor. Auch habe ich oftmals versucht, die ganze Zellenmasse des Gelenkes abzulösen, damit das Blatt einzig und allein durch das Holzbündel mit dem Stamme in Verbindung stände, doch dieser Versuch gelingt niemals, indem sich das Blatt durch seine eigene Schwere niedersenkt und nicht mehr erhoben wird. Man wende mir nicht ein, dafs ich die berühmten Dutrochet'schen Experimente ungeschickt wiederholt habe, und dafs sie wohl defshalb anders ausgefallen sind, denn ich glaube mir hierin ebenfalls einige Geschicklichkeit erworben zu haben.

Herr Dutrochet schnitt dünne Scheiben von der Wulst der Gelenke der Mimose ab und sah, dafs sich dieselben

sogleich krümmten, wenn sie in Wasser geworfen wurden; die Scheibe von der oberen Fläche der Wulst krümmte sich nach Oben, die von der unteren Seite aber nach Unten, und da hier offenbar eine Endosmose stattfindet, wenn der zarte Schnitt in Wasser geworfen wird, so glaubte man schliefsen zu können, dafs die Endosmose die Ursache dieser und also auch ähnlicher Krümmungen im lebenden Zustande der Pflanze sein müsse. Mehrere Gelehrte haben über diese Beobachtungen ihre Freude ausgedrückt, ja sie haben dieselben sogar bestätigt; auch ich kann diese Beobachtungen bestätigen, die Schlüsse aber, welche man daraus gezogen hat, sind gänzlich unrichtig. Man mache die Schnitte aus dem Zellengewebe der Gelenkwülste an den Seiten, und man wird finden, dafs sich diese ganz ebenso zusammenziehen, dafs nämlich die Incurvation auf der Epidermisseite statt findet, wo die Zellen kleiner und von dickeren Wänden sind, dafs sich also die ganze Sache sehr natürlich verhält. Die gröfseren Zellen auf der inneren Fläche des Schnittes sind zugleich mit zarteren Membranen versehen; sie saugen das Wasser schneller ein, als die dickwandigen, dehnen sich daher früher aus und erzeugen dadurch die Krümmung; liegt der Schnitt längere Zeit im Wasser, so verschwindet wieder die Krümmung, oft schon nach 2—3 Minuten.

Herr Dassen *) hat diese letzteren Beobachtungen des Herrn Dutrochet ebenfalls sehr wenig bestätigt gefunden und giebt an, dafs die äufserste Lage der Anschwellung gar keine Krümmung im Wasser zeigt, und dafs sich auch die ganze Hälfte derselben, in Wasser geworfen, nicht krümmt. Beide Angaben lassen sich aber sehr leicht erklären, und somit wäre wohl das Wunderbare jener Dutrochet'schen Versuche verschwunden.

Neuerlichst hat auch Herr Dassen dergleichen Beobachtungen bei einigen minder reizbaren Pflanzen angestellt, als bei Faba vulgaris, Robinia viscosa, R. Pseudacacia,

---

*) Haarlem. Maatschappij etc. XXII. pag. 301.

Amorpha, Cassia marylandica u. s. w. es wurde, wie es heifst, die ganze Anschwellung des Blattstieles abgeschnitten und es ging dadurch alle Bewegung verloren, es blieben aber einige Wochen hindurch, dergleichen Blätter am Leben. Schnitt Herr Dassen an allen Blättchen eines zusammengesetzten Blattes der Robinia viscosa den oberen Theil der Anschwellung ab und zwar bis auf die Gefäfsbündel, so fand Abends die Senkung des Blattes nicht statt, sondern im Gegentheil es wurde noch eine geringe Hebung beobachtet. Wurde der untere Theil der Anschwellung bei jener Pflanze abgeschnitten, so senkten sich die Blättchen und blieben unbeweglich in dieser Haltung, und umgekehrt verhielt es sich bei denjenigen Pflanzen, welche ihre Blättchen bei der nächtlichen Stellung erheben.

Herr Dassen hat auch eine Menge von Versuchen angestellt, um die Verrichtungen der Blätter als entferntere Ursachen ihrer Bewegungen zu erweisen oder deren Antheil dabei darzuthun, dieselben führten aber leider nur zu negativen Resultaten. So fand es sich, dafs weder die Entwickelung von Sauerstoffgas bei Tage, noch die Entwickelung von Kohlensäure des Nacht's darauf Einflufs zeigten. Dagegen glaubt Herr Dassen durch Beobachtungen von Oxalis, Lotus u. s. w. zu dem Resultate gekommen zu sein, dafs Ueberflufs an rohen Säften die nächtliche Richtung, das Gegentheil aber die tägliche befördere, und er folgert aus allen Versuchen, dafs die täglichen Lebensverrichtungen der Blätter die Annahme der nächtlichen Richtung, und die nächtlichen dagegen die Tagrichtung der beweglichen Blätter befördern. Diese Erklärung über die Ursachen des Pflanzenschlafes möchte ich jedoch für ganz unerwiesen halten, denn dem einfachen Versuche mit Oxalis stricta, welche er ganz in Wasser setzte und daran die nächtliche Blattstellung eintreten sah, kann ich mehrere Versuche mit Mimosa pudica und Vicia Faba entgegensetzen, welche durch den höheren Grad von Feuchtigkeit keinesweges die nächtliche Stellung zeigten.

Endlich kommen wir zur Betrachtung der Wirkungen,

welche durch schädliche Einflüsse, als besonders durch Gifte u. s. w. auf die Richtung in der Tagstellung und der nächtlichen Stellung der Blätter verursacht werden. Auch hier hat Herr Dassen eine grofse Reihe von zusammenhängenden Beobachtungen angestellt und den Gegenstand so übereinstimmend mit meinen Ansichten bearbeitet, dafs ich nicht anders thun kann, als seine eigenen Beobachtungen und Resultate hieselbst aufzuführen. Auch ich habe eine Reihe von Versuchen über den Einflufs von Giften auf die Beweglichkeit der Blätter angestellt, deren Resultate mit denjenigen meiner Vorgänger übereinstimmen, deren specielle Beschreibung jedoch jeden Leser langweilen würde.

Werden Pflanzen mit beweglichen Blättern abgeschnitten und in schädlich wirkende Substanzen gestellt, so verliert sich die Beweglichkeit der Blätter, sobald die schädlichen Substanzen aufgenommen sind und die Pflanzen durchdrungen haben. Die Zeit, in welcher die Lähmung eintritt, richtet sich jedoch gänzlich nach der Stärke der angewendeten schädlichen Substanzen oder Gifte und auch, was sehr zu bemerken ist, nach dem Grade der Reizbarkeit, welchen die angewendeten Pflanzen zeigen. Wurden Zweige von Mimosa nilotica und M. frondosa in Flüssigkeiten gesetzt, welche $\frac{1}{120}$ blausaures Kali, oder $\frac{1}{240}$ Sublimat, oder $\frac{1}{480}$ schwefelsaures Morphium oder $\frac{1}{100}$ Arsenik enthielten, so nahmen die Blätter dieser Pflanzen in einer oder in zwei Stunden eine Richtung an, welche zwischen der täglichen und der nächtlichen die Mitte hielt, und dabei starben auch diese Pflanzen. Folgende Versuche zeigten zugleich, wie viel Zeit gewisse Gifte erfordern um minder reizbare Blätter zu lähmen; wurden nämlich Zweige von Robinia Pseudacacia in Flüssigkeiten von $\frac{1}{3}$ Acid. acetic. dilut., oder von $\frac{1}{100}$ Eisenvitriol oder von $\frac{1}{50}$ Kochsalz Gehalt gestellt; so sah man, dafs sie Abends noch einige Schliefsung zeigten, wenn sie erst um Mittag eingesetzt waren; wurden sie aber schon Nachts vorher hineingestellt, so schlossen sich Abends die Blätter nicht

mehr. Dergleichen starke Gifte, wie die Blausäure, wirken dagegen sehr schnell, so fand schon Herr Goeppert*) und ich habe den Versuch wiederholt, dafs die Blattstiele der Mimosa pudica sogleich gelähmt werden, wenn die Blausäure durch die Spiralröhren abgeschnittener Zweige aufgenommen und bis zu den Stielen hingeführt wird; die Tödtung des Parenchym's, welche die Wülste der Gelenke bildet, geschieht aber erst später. Hieraus ist zu folgern, dafs die Aufhebung des Vermögens der Pflanzen die Blätter zu bewegen früher erfolgt, als die Tödtung der Pflanze in Folge der Einwirkung der Gifte, und man kann als ein bestimmtes Gesetz annehmen, dafs die Gifte die Beweglichkeit der Blätter aufheben und die Pflanzen tödten, dafs sie aber keineswegs die nächtliche Stellung der Blätter herbeiführen. Herr Goeppert sah schon, dafs in einem gefiederten Blatte der untere Theil durch die Einwirkung der Blausäure schon längst zerstört sein könne, während der obere noch die nächtliche Stellung zeigte.

Herr Dutrochet**) brachte die Sinnpflanze unter den Recipienten einer Luftpumpe und beobachtete ihr Verhalten im luftleeren Raume; er sah, dafs die Pflanze sogleich die Blättchen halb schlofs, als der Recipient luftleer wurde; die Blattstiele richteten sich himmelwärts, und in diesem Zustande blieb die Pflanze. Wurde die Pflanze hervorgenommen, nachdem sie einige Zeit im luftleeren Raum gestanden hatte, so erholte sie sich wieder sehr bald. Herr Dutrochet fand, dafs die Sinnpflanze unter dem Recipienten auch des Nachts in dem vorhin angegebenen Zustande bleibt und nicht die nächtliche Stellung der Blätter annahm; und blieb eine solche Pflanze 18 Stunden lang im luftleeren Raume, so hatte sie alles Bewegungsvermögen vollkommen verloren, erhielt es aber in der freien Luft allmälich wieder. Herr Dutrochet nannte diesen Zustand, in welchen die Sinnpflanze durch Luftentziehung verfiel,

*) De Acidi Hydrocyanici vi in plantas commentatio. pag. 26.

**) Mém. sur les organs aërifères des végétaux etc. — Ann. des scienc. nat. XXV. pag. 254. 1832.

einen asphyktischen, und ich stimme hierin um so mehr bei, als wir schon vorhin kennen gelernt haben, dafs auch die Gifte die Pflanzen tödten können, ohne die nächtliche Stellung der Blätter herbeizuführen. Ich kann diese Dutrochet'schen Versuche vollständig bestätigen, nur mufs ich bemerken, dafs ich die Wirkung des luftleeren Raumes auf eine sehr lebhafte Pflanze noch weit geringer fand, denn wenn die Luft langsam ausgepumpt wurde, so sah ich gar keine Veränderung in der Stellung der Blättchen und des gemeinschaftlichen Blattstieles. Ja Du Hamel sah sogar, dafs sich die Blätter anfangs bei Nacht schlossen und bei Tage wieder öffneten; wenn sie aber länger im Recipienten blieben, so verlor sich ihre Reizbarkeit und sie blieben stets offen.

Durch andere Versuche glaubte Herr Dutrochet *) zu erweisen, dafs die atmosphärische Luft, welche in den luftführenden Organen der Pflanzen enthalten ist, einen grofsen Einflufs auf die Tag- und Nachtstellung der Blätter, oder, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, auf das Schlafen und Erwachen der Pflanzen ausübt. Er kam zu dem Schlusse, dafs der Schlaf der Pflanzen um so länger dauere, je weniger Luft in den Lufthöhlen ist; indessen diese Annahme ist sehr zu modificiren, indem, wie es Herr Dutrochet selbst zuerst nachgewiesen hat, durch einen starken Grad von Luftentziehung die Pflanzen in einen asphyktischen Zustand verfallen, der aber nicht mit dem Schlafe zu vergleichen ist. Das Hauptresultat dieser Untersuchungen bleibt aber von grofser Wichtigkeit, dafs nämlich die Pflanzen durch Entziehung der atmosphärischen Luft die Reizbarkeit verlieren, und Herr Dutrochet schliefst hiebei ganz richtig, dafs Mangel an Sauerstoff sowohl bei den Pflanzen, wie bei den Thieren Asphyxie hervorbringe.

Später ist Herr Dutrochet in Folge neuer Versuche noch specieller in die Erklärung der Ursachen eingegangen, durch welche das Schlafen und Erwachen der Pflanzen

*) l. c. pag. 256.

veranlafst wird, doch wird es vortheilhafter sein diese Ansichten erst später zu berühren, wenn wir auch die Erscheinungen näher kennen gelernt haben, welche die Blüthen der Pflanzen bei ihrem Oeffnen und Schliefsen darbieten.

Zweites Capitel.

Von dem Oeffnen und Schliefsen der Blüthen.

Es scheint, dafs dem Oeffnen und Schliefsen der Blüthen eben dieselbe Ursache zum Grunde liegt, welche das Schlafen und Erwachen der Pflanzenblätter bedingt, eine Ansicht, für die jedoch erst später die Gründe angeführt werden können. Linné schenkte auch diesem Gegenstande zuerst seine Aufmerksamkeit, doch betrachtete er nur die Verschiedenheiten der Erscheinungen, welche derselbe darbietet, ohne auf die Ursache derselben weiter einzugehen; er nannte den Zustand, in welchem die Blüthen der Pflanzen geöffnet sind, das Wachen (Vigiliae) der Blüthen, und nachdem er erkannt hatte, dafs die Blüthen bei einer grofsen Anzahl von Pflanzen zu bestimmten Stunden erwachen, so gründete er hierauf in seinem bildlichen Style die Blumenuhr (Horologium florae)*), welche aber sehr ungenau geht. Er nannte dergleichen Pflanzenblüthen, welche sich zu einer bestimmten Tageszeit öffnen und schliefsen: Sonnenblüthen (Flores solares) und unterschied drei besondere Arten derselben:

1) die meteorischen (meteorici), welche sich weniger genau nach der Stunde im Eröffnen richten, sondern bald früher bald später aufbrechen, je nachdem der Einflufs des Schattens, der trockenen oder feuchten Luft und des Druckes der Atmosphäre verschieden ist.

---

*) Linné Philosophia botanica. Stockholmiae 1751. pag. 274.

2) Die **tropischen** (tropici), welche sich täglich des Morgens öffnen und gegen Abend wieder schliefsen, bei denen aber die Stunde des Eröffnen's bald vorrückt bald zurückgeht, je nachdem die Tage zunehmen oder abnehmen. Diese Blüthen beobachten also den natürlichen Tag, d. h. diejenige Zeit, in welcher die Sonne über dem Horizonte steht. Endlich
3) die **aequinoctialen**, welche täglich zu einer ganz bestimmten Stunde eröffnet werden und sich auch zur bestimmten Stunde täglich schliefsen.

Es ist sehr bekannt, dafs sich viele Blüthen nur einmal öffnen und sich dann für immer schliefsen; dergleichen eintägige Blüthen eröffnen sich bei Tage, wie z. B. die Cistrosen (Cistus-Arten), oder des Nachts, wie der grofsblüthige Cactus, die Königin der Nacht und ähnliche Arten dieser Gattung. Die eintägigen Blüthen sind den mehrtägigen entgegengesetzt; sie blühen mehrere Tage hintereinander; Herr De Candolle nannte sie Aequinoctialblumen, doch ist dieser Ausdruck durch Linné schon in einem anderen Sinne gebraucht. Diese mehrtägigen Blüthen können ebenfalls Tagblüthen sein oder Nachtblüthen; der erstere Fall ist sehr häufig, der letztere dagegen selten; Hr. De Candolle führt das Mesembryanthemum noctiflorum als solches auf, welches sich mehrere Abende hintereinander gegen 7 Uhr öffnet und am folgenden Morgen schliefst.

Die Stunden, in welchen sich die Blumen des Abends schliefsen, sind mit den Jahreszeiten verschieden; so schliefst sich Bellis perennis im Sommer gegen 5 Uhr, im Frühlinge dagegen schon gegen 3 Uhr Nachmittags. Das regelmäfsige Schliefsen und Oeffnen an mehrtägigen Blüthen ist nur an jungen Blüthen zu sehen, und werden dieselben älter und hinfällig, so hört das Schliefsen endlich ganz auf.

Einige eintägige wie auch einige mehrtägige Blumen öffnen sich gar nicht, wenn die Sonne um die Zeit nicht scheint, in welcher sie es gewöhnlich thun, und wenn es

um diese Zeit regnet und kaltes Wetter ist, so pflegen sie es noch seltener zu thun. Die Portulaca oleracea, Alsine media und Oxalis-Arten sind hier als Beispiele anzuführen; die Befruchtung erfolgt auch hier in der verschlossenen Blume.

Bei vielen Syngenesisten sieht man, dafs des Nachts die Strahlenblüthen niederhängen, und dafs sie sich am Tage wieder aufrichten, ja einige Pflanzen lassen sogar die ganze Blüthe des Nachts hängen.

Herrn De Candolle*) verdanken wir die ersten gründlichen Untersuchungen über die Ursachen, welche dem Erwachen und Einschlafen der Blüthen zum Grunde liegen möchten; er fand, dafs Cistrosen im Dunkeln mehrere Tage hindurch blühten, während diese Pflanzen bekanntlich des Morgens früh erblühen und schon Nachmittags abfallen; Cistus villosus verlor die Blumenblätter im Dunkeln erst Abends, und die Blüthe von Cistus apenninus erhielt sich $2\frac{1}{2}$ Tage lang, ja einige Cistrosen schlossen ihre Blumenblätter im Dunkeln nach dem Blühen, was im Freien fast nie geschieht, da die Blätter stets abfallen. Die Blumen der Nachtviolen wurden Nachts dem hellen Lampenlichte und bei Tage der Dunkelheit ausgesetzt, und schon am zweiten Tage öffneten sich die Blumen regelmäfsig am Morgen, und schlossen sich erst am Abende, und zwar in dem Augenblicke wenn die Lampen angezündet wurden. Aehnliche Versuche stellte Herr De Candolle noch mit mehreren anderen Pflanzen an, und auch ich habe die Blüthenzeit von Ipomoea purpurea, Oxalis tetraphylla und Mesembryanthemum durch künstliche Beleuchtung vermittelst 4 Argandscher Lampen ganz nach Belieben umgeändert; mit ersterer Pflanze gelang es mir schon nach 2 Tagen, dafs sich die Blumen des Morgens öffneten. Doch Oxalis tetraphylla öffnete sich erst am Abende des vierten Tages. Auch mit Cactus grandiflorus hat ein hiesiger Blumenfreund

*) Mém. des savans étrang. de L'Instit. etc. I. und Phys. végét. II. pag. 486.

den Versuch gemacht, und die Blüthen des Morgens zum Oeffnen gebracht. Mesembryanthemum crystallinum blühte bei meiner künstlichen Beleuchtung regelmäfsig 11½ Uhr Nacht's.

Es geht aus diesen Versuchen das interessante Resultat hervor, dafs die Einwirkung des Lichtes bei dem Oeffnen und Schliefsen der Blüthen ganz augenscheinlich ist, die Art der Einwirkung desselben läfst sich aber nicht leicht angeben. Würden sich alle Blüthen bei Tage öffnen, so könnte man die Erscheinung leichter erklären, aber wir haben kennen gelernt, dafs sich viele Blüthen gerade mit Einbruch der Nacht öffnen, und hier mufs also der Mangel an Licht als nächste Ursache des Erblühen's angesehen werden. Vergleichen wir jedoch die Erscheinung mit dem Schlafen und Erwachen der Thiere, so haben wir für beide Fälle hinreichend genug Analogie. Es wird wohl Niemand bestreiten, dafs uns Menschen die Natur angewiesen hat bei Tage zu wachen und Nacht's zu schlafen, und ebenso verhält es sich auch mit den meisten Thieren; wir wissen aber auch, wie leicht sich Menschen und Thiere daran gewöhnen können, bei Nacht zu wachen und bei Tage zu schlafen; ja bei einer grofsen Menge von Thieren ist diese Lebensordnung gerade die natürliche. Wir kennen keine anderen Einflüsse, als das Licht, welche im Stande sind eine Veränderung in den Zeitperioden des Erblühen's der Pflanzen herbeizuführen; es ist durch Beobachtungen nachgewiesen, dafs selbst verschiedene Grade von Wärme hierauf keinen Einflufs haben, denn die aequinoctialen Blüthen eröffnen sich zu eben derselben Zeit, mögen sie in einem warmen Gewächshause stehen, oder mögen sie im Freien wachsen. Bei den meteorischen Blüthen wird dieser periodische Wechsel durch den Zustand der Atmosphäre allerdings mitunter sehr unregelmäfsig, doch scheint auch hier mehr der Mangel von Sonnenschein, als der Feuchtigkeitszustand der Luft die Ursache zu sein, denn dergleichen Blumen werden, wie ich mich selbst davon überzeugt habe, bei Gewitterregen, die sehr plötzlich eintreten, gleich-

sam überrascht, und schliefsen sich oftmals erst, nachdem der Regen schon vorüber ist. Den Sonchus sibiricus hat Linné sogar zum Wetterpropheten gemacht, indem er sagte, dafs der folgende Tag meistens schön ist, wenn die Blüthen des Sonchus die Nacht hindurch geschlossen sind; der folgende Tag wäre aber unbeständig und regnigt, wenn die Blüthen des Sonchus die ganze Nacht hindurch offen geblieben wären. Ich habe zwar nicht Gelegenheit gehabt den Sonchus sibiricus des Nachts zu beobachten, aber wahrscheinlich wird er ein ebenso schlechter Wetterprophet sein, als die Calendula pluvialis, von der man sagt, dafs sie sich schliefst, wenn Regen bevorsteht; diese Blume richtet sich aber mehr nach dem Sonnenschein, als nach dem kommenden Regen. Herr Link *) sagte, dafs er die Calendala pluvialis sehr oft beobachtet und gefunden habe, dafs sie sich nur dann an das Wetter kehrt, wenn es lange trocken gewesen ist, wenn aber oft Regenschauer kommen, so richtet sie sich auf keine Weise danach, woraus man auf ein Gewöhnen an schlechtes Wetter schliefsen könnte.

In den letzteren Jahren hat sich Herr Dutrochet **) vielfach mit vorliegendem Gegenstande beschäftigt; er bringt das Oeffnen und Schliefsen der Blüthen ganz vortrefflich mit dem Eröffnen und Schliefsen der Blätter in Zusammenhang, sucht beide Erscheinungen aus gleichen Ursachen zu erklären, und benennt auch beide mit gleichem Namen, nämlich mit Schlafen und Erwachen, glaubend dafs diese Erscheinungen sowohl an den Blüthen, als an den Blättern mit dem Schlafe der Thiere gleichbedeutend seien. Mit unglaublicher Ausdauer scheint sich Herr Dutrochet der Erforschung der Ursache des Schlafes und des Erwachens hingegeben zu haben; er bemüht sich mit gröfstem Fleifse Alles so mechanisch wie möglich zu erklären, aber ohne

*) Grundlehren etc. pag. 254.

**) Du Réveil et du Sommeil des plantes. — Ann. dec scienc. nat. 1836. II. pag. 177—189. und in dessen Mém. pour servir à l'hist. anat. et phys. des végétaux et des animaux. Paris 1837. I. pag. 469—533.

daran zu denken, dafs die Erklärung der Ursache des Schlafes der Thiere eine ganz andere ist, und dennoch hält er diese Erscheinungen bei Pflanzen und Thieren für gleichbedeutend. Es ist nicht möglich, dafs ich hier in die Untersuchungen des Herrn Dutrochet speciell eingehen kann, ich werde nur die Ansichten aufstellen, welche derselbe als Resultat seiner vielfachen Beobachtungen erhalten zu haben glaubt, und füge die Bemerkung hinzu, dafs es nicht schwer halten würde zu zeigen, dafs die meisten Thatsachen, von welchen Herr Dutrochet bei seinen Schlüssen ausgeht, theils auf unvollständigen, theils auf ganz unrichtigen Beobachtungen beruhen, und dafs viele Annahmen rein hypothetisch sind. Ueberall an den Pflanzen, wo die Erscheinungen des Wachens und des Schlafens stattfinden, sowohl an den Blumen als an den Blättern, da findet Herr Dutrochet ein krümmungsfähiges Zellengewebe, an welchem die Krümmung durch Endosmose bewirkt wird, und ferner ein durch Oxygenation krümmungsfähiges Fasergewebe. Sobald das krümmungsfähige Zellengewebe in Folge von Endosmose turgescirt, sobald erfolgt die Eröffnung oder das Erwachen der Blüthen oder Blätter, dagegen erfolgt das Schliefsen, oder die Zusammenziehung der Blüthen und der Blätter, welche man mit dem Schlafe dieser Theile bezeichnet, sobald das krümmungsfähige Fasergewebe durch Oxygenation dazu angeregt wird. Wurde ein Nerve aus der Corolla der Mirabilis-Blume in luftleeres Wasser gelegt, so krümmte sich derselbe nach Aufsen und blieb in diesem Zustande; hier soll also die Endosmose auf das krümmungsfähige Zellengewebe gewirkt haben, und da kein Sauerstoff in dem luftleeren Wasser war, so konnte das krümmungsfähige Fasergewebe nicht gereizt werden. Eine geöffnete Mirabilis-Blüthe schlofs sich in gewöhnlichem Wasser nach mehreren Stunden, in luftleerem blieb sie dagegen geöffnet. Die Blüthen von Mirabilis öffnen sich bekanntlich Abends und schliefsen sich des Morgens; die Blüthen von Convolvulus purpureus öffnen sich dagegen gegen Mitternacht und schliefsen sich

am folgenden Abend; der Unterschied in diesen beiden Fällen soll dadurch erklärt werden, dafs die Convolvulus-Blume weit langsamer den Sauerstoff aufnimmt, u. s. w. Die Versuche, welche Herr Dutrochet aufführt, scheinen allerdings zu den von ihm aufgestellten Ansichten zu berechtigen, doch der Gegensatz in der Structur jener beweglichen Theile, welchen Herr Dutrochet überall so deutlich sieht, scheint mir in der Wirklichkeit nicht vorhanden zu sein.

Nachdem wir im Vorhergehenden die wichtigsten Untersuchungen über den Schlaf und das Erwachen der Pflanzen kennen gelernt haben, kommen wir nochmals darauf zurück, ob die Benennung der darunter begriffenen Erscheinungen zu billigen ist, was um so nöthiger sein möchte, als Herr Dassen, in seinen so Gehalt-reichen Arbeiten über die Bewegung der Blätter der Pflanzen *) neuerlichst ganz entschieden gegen die, den betreffenden Erscheinungen untergeschobenen Ansichten aufgetreten ist; derselbe meint, dafs Linné, der grofse Mann, in einen Irrthum verfallen sei, als er den Begriff des Pflanzenschlafes aufstellte, so wie alle Andere, welche demselben in diesem Punkte nachgeschrieben haben. Herr Dassen stellte einen Topf mit Impatiens Noli tangere während der Tagstellung der Blätter in einen dunkeln Raum und bemerkte, dafs die Blätter während ganzer 2 Tage ihre gewöhnliche Stellung beibehielten. Aus diesen und einigen ähnlichen Versuchen schliefst Herr Dassen, dafs die Bewegungen der Blätter ohne Anschwellungen allein durch den gewöhnlichen Gang der Vegetation bewirkt werden, und dafs sie unterbleiben, sobald die Blätter unnatürlichen äufseren Einflüssen blofsgestellt sind. Indessen die dafür aufgestellten Gründe sind wahrlich nicht genug beweisend, und da man, auch bei den Thieren, durch Veränderung der äufseren Einflüsse die Zeitperioden des Schlafens und des Wachens abändern

*) S. Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Phys. 1837. IV. pag. 106—131.

kann, so möchte gerade dasjenige, was Herr Dassen gegen die Annahme des Pflanzenschlafes aufgeführt hat, ebensowohl für dieselbe sprechen. Es liegt die Annahme zu nahe, dafs der Schlaf der Pflanzen eine Aeufserung des Lebens, gleichsam eine Lebensperiode ist, welche man, ebenso wie bei den Thieren, durch Leitung der äufseren Einflüsse abändern kann, und diese Erscheinung ist den Pflanzen also ebenso allgemein, als den Thieren. Es ist sehr bekannt, sagt Herr Link, dafs ein Getreidefeld des Nachts ein ganz anderes Ansehen hat, als am Tage, wegen der weniger aufgerichteten Blätter und der mehr herabhängenden Aehren.

Vortrefflich hat Herr E. Meyer in der schon oben angeführten Abhandlung über den Schlaf der Pflanzen geschrieben, wenn auch allerdings einige der Vordersätze sehr leicht zu bestreiten sind. Herr Meyer versucht zuerst festzustellen, dafs das Allgemeine in den mannigfaltigen Erscheinungen des Schlafes ist: „der periodisch tägliche „Wechsel, die Annäherung der Haltung des schlafenden „Leibes an die, früheren Lebensaltern vorzugsweise zukom-„mende Haltung, und die mit fortschreitendem Alter ab-„nehmende Dauer und Fülle des Zustandes, den wir nur „unbedenklich Schlaf nennen dürfen bei den Pflanzen wie „bei den Thieren.“ „Der Schlaf der Pflanzen ist seinem „Wesen nach eins mit dem Schlafe der Thiere; verschie-„den ist er nur in seinen Erscheinungen, so weit dieselben „von der eigenthümlichen Organisation der Pflanzen ab-„hängen.“ Auch die Pflanze, sagt Herr Meyer, schläft, wie das Thier. Ermattet vom Einflusse des Lichtes, der Wärme und der anderen Reize, legt sie am Abend ihre schon entfalteten Blätter auf's neue zur Knospe zusammen, und schliefst ihre Blumenkelche, um sie am folgenden Tage desto kräftiger wieder zu öffnen, und ebenso überfällt sie ein längerer oder tieferer Schlaf in unseren kalten Gegenden im Herbste, welcher bis zum Frühjahre dauert. Diese Zusammenstellung des Verhaltens der Pflanzen im Winter mit deren täglichem periodischen Wechsel zwischen

Entfaltung und Schliefsung der Blätter und Blüthen, ist gewifs sehr passend, und es ist leicht einzusehen, dafs sich auch hiebei der Pflanzenschlaf in seinen äufseren Erscheinungen etwas anders verhalten mufs, als sich der Winterschlaf der Thiere zeigt; dem Wesen nach ist er jedoch unbedenklich übereinstimmend. Man mufs aber auch hierin nicht zu weit gehen, und das Leben im gebundenen Zustande, wie es sich im Saamen der Pflanzen und in dem Keimen überhaupt, oder in dem Zustande des Scheintodes zeigt, mit dem Schlafe für identisch halten, wenngleich es in vielen Fällen sehr schwer halten möchte die Grenzen anzugeben. In der Kartoffelknolle scheint das Leben den Winter hindurch nur zu schlummern; der Stoffwechsel, wenn auch allerdings nur im geringen Grade, findet beständig statt, und die weitere Ausbildung der Keime ist leicht zu bemerken; nehmen wir aber dagegen wirkliche Saamen, welche sich im trockenen Zustande, abgeschlossen von dem Einflusse der atmosphärischen Luft und aller anderen gewöhnlichen Reize, Jahrhunderte hindurch erhalten haben, so wird man wohl zu der Annahme berechtigt, dafs sich hier das Leben ohne allen Stoffwechsel erhalten hat und dieser Zustand nicht mehr mit dem Schlafe zu vergleichen ist.

Die gegründetste Einwendung, welche man gemacht hat um zu erweisen, dafs der Pflanzenschlaf nicht mit dem Schlafe der Thiere zu vergleichen ist, möchte darin bestehen, dafs wir in dem Zustande, welchen wir mit dem Namen des Pflanzenschlafes bezeichnet haben, nicht eine Erschlaffung wie bei den Thieren wahrnehmen, sondern im Gegentheile ziemlich allgemein einen Zustand der Contraction. Die Pflanze scheint nicht zu schlafen in Folge von Ermattung oder Kraftmangel, sondern im Gegentheile, die Pflanze zeigt diesen täglichen periodischen Wechsel in der Stellung ihrer Blätter nur dann, wenn sie in üppigster Kraft vegetirt. Aber auch hier verläfst uns keinesweges die Analogie; auch bei dem Menschen sehen wir den festen Schlaf nur um die Zeit, wenn er sich in höchster Kraft

befindet; die beständige Neigung zum Schlafe, welche der Greis zeigt, ist mit dem halbgeschlossenen Zustande der Blätter zu vergleichen, welchen die Pflanzen mit beweglichen Blättern im Herbste und überhaupt im Alter zeigen. Auch bei dem Menschen, wie bei den Thieren überhaupt sehen wir, dafs die Contraction der Schliefsmuskeln im Schlafe gerade dann am stärksten ist, wenn sich dieselben im Zustande der höchsten Kraft befinden; sowohl in der Jugend, wie auch im Alter zeigt sich diese Erscheinung nicht so entschieden, wozu eine Menge von Beispielen allgemein bekannt sind. Noch in vielen anderen Fällen lassen sich Beispiele aufführen, wo Thiere während des Schlafes mehr oder weniger Muskeln im Zustande der Contraction zeigen.

Auffallend möchte dagegen die Erscheinung gegen den Begriff des Pflanzenschlafes sprechen, dafs die sensibeln Pflanzen, wie z. B. die Mimosen, in Folge der Reizung gerade in denjenigen Zustand verfallen, welchen diese und andere Pflanzen während des Schlafes zeigen. Wenn die Sinnpflanze berührt wird, so verfällt sie in die nächtliche Stellung; man pflegt diese Erscheinung dadurch erklären zu wollen, dafs man sagt, die Mimose verfällt in Folge der Berührung in Ohnmacht, doch hiemit ist jener contrahirte Zustand der Mimose offenbar noch weniger zu vergleichen. Es giebt aber auch Thiere, welche sich bei jeder Reizung zusammenziehen, und sich auch in eben demselben Zustande des Nachts beim Schlafen zeigen.

Drittes Capitel.

Von den Bewegungen, welche die Geschlechts-Organe der Pflanzen behufs der Bestäubung zeigen.

Diejenigen Naturforscher, welche gewohnt sind die Pflanzen als unbeseelte und vollkommen willenslose Geschöpfe anzusehen, suchen alle möglichen Wege hervor um diejenigen Bewegungen, welche wir an einzelnen Pflanzentheilen im Vorhergehenden kennen gelernt haben, auf physikalische Weise erklären zu können; sie mögen aber die Bewegungen von mannigfacher Art näher anschauen, welche die Geschlechts-Organe vieler Pflanzen in so höchst auffallendem Grade zeigen, und sie werden sehr bald überzeugt werden, dafs die Pflanzen dergleichen Bewegungen wohl nach anderen Gesetzen ausführen, als sie selbst aufgestellt haben; sie werden erkennen, dafs diese Bewegungen Erscheinungen des Lebens der Pflanzen sind, welche gebunden an genaue Zeitperioden auftreten, und durch ein psychisches Princip, welches der Pflanze einwohnen mufs angeregt werden.

Diese auffallenden Bewegungen, welche die Geschlechts-Organe der Pflanzen zeigen, wurden schon seit langer Zeit beobachtet und Joh. Bauhin *) scheint der erste zu sein, bei dem wir dergleichen Beobachtungen verzeichnet finden; er ist der Entdecker des auffallenden Phänomens, welches die Staubfäden der Parietaria officinalis bei der Berührung zeigen. Man hat im vorigen Jahrhundert über diesen Gegenstand sehr viel geschrieben und die einzelnen Beobachtungen der verschiedenen Botaniker finden wir in chronologischer Ordnung in einer musterhaften Abhandlung

*) Hist. plantar. universalis. 1600. T. II. pag. 976.

von Kasimir Medicus*) bis zum Jahre 1773 verzeichnet. Später hat auch Desfontaines**) über diesen Gegenstand eine sehr interessante Arbeit geliefert, und eine Reihe von neuen Beobachtungen wurden dann von Conrad Sprengel***) und mehreren anderen Botanikern bis auf die neueste Zeit mitgetheilt.

Medicus sagt, dafs er in Folge seiner Beobachtungen eine gegenseitige Neigung aufgefunden habe, vermöge welcher sich die beiden Geschlechter bei den Pflanzen zur Befruchtung aufsuchen und dieses sei etwas, das die höchste Bewunderung verdient und vielleicht mehr als blofsen Reiz anzeigt. Die Bewegungen, welche sich hiebei wahrnehmen lassen, bringt Medicus ganz vortrefflich unter drei besondere Rubriken, und führt dann in denselben die Beobachtungen an verschiedenen Pflanzen der Reihe nach auf. Man findet nämlich bei sehr vielen Pflanzen, dafs sich die männlichen Geschlechts-Organe oder die Staubfäden um die Zeit, wenn die Antheren aufspringen und der Pollen ausgestäubt werden soll, nach der Narbe hin bewegen, oder überhaupt auf irgend eine Weise die unmittelbare Berührung derselben zu Wege zu bringen suchen. In anderen Fällen bewegt sich die Narbe zu den Staubfäden und hauptsächlich zu den soeben aufspringenden Antheren, und in noch anderen Fällen suchen beide Geschlechter einander gemeinschaftlich auf. Einige der auffallendsten Beispiele, die ich hier anführe, werden hinreichend sein, um unsere Ansichten über das Wesen dieser Erscheinungen später zu begründen. Herr Link †) hat die interessante Beobachtung gemacht, dafs sich die Staubfäden und die Pistille gegenseitig aufsuchen, wenn auch diese oder jene

*) Von der Neigung der Pflanzen sich zu begatten. — Pflanzenphysiologische Abhandlungen. I. Leipzig 1803. Die hierin enthaltenen Beobachtungen wurden schon 1773 angestellt und zuerst in den Actis Acad. Theodoro-Palatinae. Vol. III. pag. 116 etc. publicirt.

**) Mém. de l'Acad. Roy. de scienc. de Paris. 1783.

***) Das entdeckte Geheimnifs der Natur etc. Berlin 1793.

†) Grundlehren etc. pag. 250.

Theile vorher abgeschnitten sind, daher kann hier diese Bewegung nicht etwa durch den Reiz der Antheren oder der Narbe veranlafst werden.

Man hat einen Unterschied in diesen Bewegungen zu begründen gesucht, je nachdem sich die verschiedenen Geschlechtstheile ganz langsam einander nähern, so dafs man die Bewegung nicht unmittelbar mit dem Auge verfolgen kann, oder indem sie sich mit auffallender Schnelligkeit und zwar in Folge eines besonderen Reizes bewegen; in dem ersteren Falle nannte Medicus die Geschlechtstheile wandernde, und in dem zweiten Falle bezeichnete er sie als reizbar. Diese Unterscheidung einer, dem Wesen nach ganz gleichen Erscheinung ist heutigen Tages nicht mehr zu gestatten, nachdem wir einmal kennen gelernt haben, dafs auch die Bewegungen der Blätter bei dem Schlafen und Erwachen, an verschiedenen Pflanzen sehr verschieden sind, dafs diese Bewegungen, wie z. B. bei der Sinnpflanze und vielen anderen in Folge eines äufseren Reizes sehr schnell vor sich gehen, aber auch ohne diesen Reiz, als dann jedoch sehr langsam ausgeführt werden. Ja wir werden in der Folge Beobachtungen kennen lernen, welche darthun, dafs die Reizbarkeit der Geschlechtstheile der Pflanzen ganz auf dieselbe Weise erklärt werden mufs, wie die der Blätter u. s. w.

1. Bewegungen der Staubfäden zu den Pistillen.

Linné hat auch hierüber schon im Jahre 1735 eine Reihe der schönsten Beobachtungen bekannt gemacht; bei der Parnassia palustris sah er, dafs sich die Staubfäden einer nach dem anderen der Narbe nähern, dieselbe bestäuben und in derselben Ordnung wieder zurückkehren. Herr Alexander von Humboldt *) hat den Gegenstand ge-

*) S. Usteri's Annalen der Botanik 1792. 3tes Stück. pag. 7 und Aphorismen aus der chem. Phys. der Pflanzen. 1797. pag. 58.

nauer untersucht und lehrte, dafs in eben derselben Ordnung, in welcher der Pollen reift, sich die Staubfäden zum Pistille bewegen, und zwar geschieht es nicht allmälich sondern ruckweise; wenn sie sich dem Germen nähern, schnell und auf einmal, wenn sie sich aber von demselben nach der Befruchtung entfernen, in drei Absätzen. Auch fand Herr Alexander von Humboldt, dafs sich die Staubfäden der Parnassia nach einer bestimmten Reihenfolge bewegen, denn wenn man dieselben von der Rechten zur Linken von 1 bis 5 zählt, so bewegt sich zuerst 1, dann 5, dann 2, dann 4 und endlich 3. Der vierte und dritte Staubfaden machen die Bewegung meistens zusammen, wenigstens erhebt sich schon der dritte, wenn der vierte noch nicht ausgeleert ist.

Die Bewegung der Staubfäden der Raute (Ruta graveolens) hat Koelreuter im Jahre 1759 entdeckt, sie findet sich aber auch bei anderen Arten dieser Gattung. Hier stehen die Staubfäden in zwei Reihen, jede zu vier, in der einen opponiren sie den Blumenblättern, in der anderen alterniren sie; bei dem Eröffnen der Blume liegen jene den Blumenblättern fest an, diese dagegen zeigen einige Krümmung nach rückwärts. Um die Zeit, wenn die Antheren reifen, biegen sich diese Staubfäden gerade und steigen dann in die Höhe, bis sie sich über die Narbe des Pistilles gelegt haben. Bald gehen sie einzeln nach der Narbe, bald mehr oder weniger gleichmäfsig alle vier zusammen. Die vier Staubfäden des zweiten Kreises bewegen sich aber viel langsamer zur Narbe und zwar einer nach dem anderen.

Bei Saxifraga tridactylites bewegen sich die Staubfäden zu zwei und zwei zum Pistille hin und beugen sich über dasselbe während die Bestäubung vor sich geht. Einen der interessantesten Fälle bietet die Blume des Berberitzenstrauches (Berberis vulgaris) dar, wo ebenfalls Linné schon im Jahre 1735 die Bewegung der Staubfäden zuerst beobachtete; ausführlicher und sehr gut ward die

Erscheinung von Medicus*) und später auch von vielen anderen Botanikern beschrieben. Die 5 Staubfäden der Berberitzenblume stehen in einer gewissen Entfernung von dem Pistille ab; rührt man einen der Griffel an seiner Basis an, so springt er plötzlich zum Pistille und bald nachher richtet sich der Staubfaden wieder auf, worauf man den Versuch erneuern kann. Medicus machte schon bei der Berberitze die interessante Entdeckung, dafs sich die Blumenblätter zusammenziehen und die Staubfäden plötzlich die Narbe einfassen, wenn man von einer frisch entfalteten Blüthe ein Blumenblatt abflückt. Es ist leicht einzusehen, dafs bei solchen Pflanzen mit reizbaren Staubfäden, die Bestäubung sowohl durch Insekten, als durch blofse Erschütterungen in Folge des Windes, Regens u. s. w. gar sehr erleichtert werden mufs. Herr Link hat diese Reizbarkeit der Staubfäden nicht nur an Berberis vulgaris, sondern auch an B. canadensis und humilis, und Herr Goeppert auch an B. emarginata, cretica und aristata beobachtet. Aehnlich wie bei dem Berberitzenstrauche verhalten sich die Staubfäden bei Cactus Opuntia und bei C. hexagonus und C. grandiflorus wurden sie etwas weniger reizbar beobachtet, doch bei warmen Wetter sieht man diese Bewegungen der Staubfäden auch aus freien Stücken hervorgehen, und zwar zeigen sie sich mehr stofsweise, ähnlich wie bei Parnassia.

Bei den Cistineen ist die Bewegung der Staubfäden in Folge äufserer Reize sehr auffallend, sie wurde von Koelreuter im J. 1766 an Cistus apenninus, aber an Helianthemum schon 1717 von Vaillant entdeckt. Du Hamel erzählt schon, dafs die Staubfäden der Sonnen-Wende (Helianthemum) sehr empfindlich werden, wenn man die Pflanze stark erschüttert, aber eine sehr gelinde Reizung, wie z. B. ein Hauch verursache dieselben convulsivischen Bewegungen oder ganz besonderes Zittern. Ich habe diese Beobachtungen öfters wiederholt, doch niemals obige An-

*) l. c. pag. 27.

gaben vollkommen bestätigt gefunden, ja Herr Roeper*) giebt sogar an, dafs die Staubfäden von Helianthemum-Arten keine Reaction auf mechanische Reizungen mehr zeigen, sobald sie einmal berührt und in Folge dessen auseinander gefahren sind. Indessen bei Medicus**) findet sich dieser Gegenstand sehr genau beobachtet und ich glaube die Beobachtungen ausführlich mittheilen zu müssen, da sie zeigen, dafs sich die Reizbarkeit der Geschlechtstheile der Pflanzen mit derjenigen der Blätter, welche wir in der Folge specieller kennen lernen werden, ganz übereinstimmend verhält. Wenn man die Staubfäden von Helianthemum vulgare unten berührt, so, sagt Medicus, ziehen sie sich zwar augenblicklich, aber langsam und in gesetzten Schritten auseinander, nähern sich dem Blumenblatte und zwar um so mehr, je stärker sie berührt worden sind, ziehen sich später aber auch um so schneller zum Pistille zurück, wobei die Narbe bestäubt wird. Die Erschütterung des Windes reizt schon die Staubfäden auseinander zu treten, und bei jeder Windstille legen sie sich gleich wieder um das weibliche Geschlechtsorgan und zwar so stark, dafs die Antheren um die Narbe zu liegen kommen. Medicus fand diese Bewegung des Morgens fast allein merkbar, und Abends sogar ganz fehlend; er warf eine solche Blume an die Erde und am folgenden Morgen fand er sie im hohen Grade empfindlich, ja er glaubt annehmen zu können, dafs diese Reizbarkeit um so stärker ist, je weniger eine Blüthe der Erschütterung ausgesetzt ist. Auch bei der Kühlung sind diese Blüthen am reizbarsten; bei trockener und starker Hitze dagegen gänzlich unempfindlich. Bei der starken Hitze, sagt Medicus, welche wir zu Anfange und in der Mitte des Juni 1773 hatten, konnte ich zu keiner Tagesstunde die geringste Bewegung wahrnehmen, da aber mit dem 30sten Juni hef-

*) S. De Candolles Pflanzen-Physiologie. Deutsche Ausgabe II. pag. 72.

**) l. c. pag. 28.

tiges Regenwetter eintrat, erwachte diese Reizbarkeit auf einmal, und zeigte sich in ihrer gröfsten Stärke. Bei Cistus apenninus ist die Reizbarkeit der Staubfäden noch stärker; berührt man, sagt Medicus, diese Staubfäden des Morgens nach einem starken Thaue, so fliegen sie mit der gröfsten Heftigkeit auseinander; je heftiger sie aber auseinander fliegen, desto stärker ziehen sie sich bald nachher wieder zu dem Pistille zurück auf dessen Narben sie sich nach und nach mit ihren Antheren auflegen. Es möchte scheinen, dafs in solchen Fällen, wo in Folge äufserer Reize die Staubfäden zuerst auseinander fahren und sich dann erst wieder dem weiblichen Geschlechtsorgane nähern, die ganze Bewegung nur dazu diene, um vielleicht durch die Erschütterung das Aufspringen der Antheren zu befördern.

Die Reizung der Staubfäden vermittelst des Brennglases hat wohl Koelreuter an der Berberitzenblume zuerst beobachtet. Auch Herr Nasse hat dasselbe bei verschiedenen Pflanzen angewendet und gefunden, dafs mehrere Pflanzen Bewegungen der Staubfäden zeigen, welche man keiner Verbrennung zuschreiben kann; aber besonders auffallend fand es Herr Nasse bei Ranunculus gramineus. Herr Schultz *) hat diese Beobachtungen an den Staubfäden des Sauerdorns wiederholt; wird ein einzelner Staubfaden mittelst eines Brennglases gereizt, so bewegt sich derselbe unabhängig von den übrigen, doch nach starker Reizung sieht man, dafs der Reiz allmählich fortgeleitet wird, indem sich auch die übrigen Staubfäden bewegen. Herr Schultz sieht die Ursache dieser Erscheinung in der Sympathie, doch ich werde später, bei der Beschreibung der Bewegungen der Sinnpflanze nachweisen, dafs diese Erscheinung anders zu erklären ist.

Aehnliche Bewegungen der männlichen Geschlechtsorgane zur Ausführung der Bestäubung hat man noch an sehr vielen anderen Pflanzen beobachtet, und täglich scheint

---

*) Die Natur der lebendigen Pflanze II. pag. 142.

sich die Zahl derselben zu vergröfsern, jedoch sind sie meistens minder auffallend als in den vorhin angeführten Fällen. Schon bei Medicus finden wir in dieser Hinsicht folgende Pflanzen aufgeführt: Amaryllis formosissima, Scrophularia, Anthirrhinum, Aquilegia, Allium, Lilium Martagon, Hyoscyamus aureus, Fritillaria persica, Polygonum orientale, Tamarix gallica, Tilia canadensis, Zygophyllum Fabago, Sedum-Arten, Potentilla-Arten, Geum urbanum, Ranunculus acris, Scrophularia nodosa, aquatica etc. Agrimonia und Rivinia-Arten. Alle diese Pflanzen zeigen eine langsame Bewegung der Staubfäden, dagegen sind noch folgende Pflanzen mit reizbaren Staubfäden genannt: Centaurea-Arten und die mehrsten Gattungen der Syngenesisten und Kalmia-Arten, auch bei Sparmannia africana zeigt sich eine solche auffallende Reizbarkeit der Staubfäden.

Als eine besondere Gruppe führt Medicus die Gattungen: Urtica, Spinacia, Parietaria und Atriplex auf, bei denen die Bewegungen der männlichen Geschlechtsorgane zeigen, dafs zwischen dem Wandern derselben und der Reizbarkeit eine sehr nahe Verwandschaft bestehe. Bei der Parietaria officinalis hat schon Bauhin im J. 1600 beobachtet, dafs sich die Staubfäden, wenn man sie herausnehmen will ausstrecken und die Antheren den Blumenstaub mit Heftigkeit ausstreuen. Im Allgemeinen kann man sagen, dafs sich die Staubfäden bei Parietaria und Urtica mit der Entwickelung der Blüthe erheben, und sich dann langsam zurückbiegen; liegen sie endlich in einer ebenen Fläche gestreckt, so ist der Zeitpunkt gekommen, in welchem sich die Antheren öffnen, und dann ist schon der geringste Reiz hinreichend um das Oeffnen derselben zu veranlassen, welches aber mit solcher Kraft geschieht, dafs der Pollen weit ausgestäubt wird. Ob aber hier bei dem Oeffnen der Antheren eine Lebenserscheinung zum Grunde liegt, oder ob dieses heftige Aufspringen eine blofse Folge der Elasticität des Gewebes der Antherenwände ist, was mir am wahrscheinlichsten ist, dass läfst sich schwerlich

vollkommen entscheiden. Herr Fr. Nasse*) hat eine Reihe von Beobachtungen angestellt, durch welche die Reizbarkeit der Staubfäden in den genannten Pflanzen erwiesen sein sollte; er glaubt bemerkt zu haben, dafs die Staubfäden durch Wärme, Weingeist, Aether und aetherische Oele in Bewegung gesetzt und zum Ausstreuen ihres Pollens angeregt würden, und dafs diese Bewegung defshalb durch eine jenen Gebilden einsitzende Reizbarkeit zu Stande käme. R. Treviranus**) hat diese Annahme in Zweifel gestellt, worauf Herr Nasse über den fraglichen Gegenstand neue Versuche anstellte. Um die Zeit wenn sich die Corolle oder der Kelch der Blume der genannten Pflanzen bereits etwas geöffnet hat und die Antheren in der Oeffnung zu sehen sind, betupfte man diese Oeffnung mit einem Campher-haltigen Linimente und man sah das Aufplatzen der Antheren sofort erfolgen, was aber nicht geschah, wenn die Blume mit einem trockenen Pinsel berührt wurde, oder wenn es geschah, so trat es doch viel später ein. Bei diesem Streite über die Reizbarkeit der Staubfäden der Nessel und des Glaskrautes hat man gar nicht daran gedacht denjenigen Theil genau zu bezeichnen, in welchem man die Reizbarkeit erweisen wollte; die Erhebung und Auswärtsbeugung der Staubfäden ist hier schon lange bekannt, und kann ebenfalls nur in Folge eben derselben Ursache erklärt werden, welche der auffallenden Reizbarkeit der Staubfäden anderer Blumen einsitzt. Das Aufspringen der Antheren ist aber wohl nichts weiter, als eine Folge der Veränderung in der Elasticität der Antherenwände. Die Einwirkung der Oele und ätherischen Stoffe auf das, beinahe ganz trockene Gewebe der Antherenwände, geht überaus rasch vor sich, und die Endosmose erfolgt vollkommener als bei Wasser und einigen anderen Flüssigkeiten.

---

*) Müller's Archiv für Anatomie etc. 1835. pag. 196.

**) Biologie. V. pag. 215.

2. Bewegungen des Pistilles zu den Staubfäden.

Auch in Beziehung der Bewegungen, welche die weiblichen Geschlechtsorgane verschiedener Pflanzen zu den männlichen behufs der Bestäubung ausführen, hat Medicus wie bei den Staubfäden, so auch hier wandernde und reizbare Pistille aufgeführt, je nachdem sie sich allmälich und aus freien Stücken oder je nachdem sie sich erst in Folge eines äufseren Reizes bewegen.

Wandernde Pistille werden bei Nigella sativa, Tamarindus, Passiflora-Arten, Sida americana, Oenothera-Arten, Hibiscus- und Cactus-Arten aufgeführt, reizbare Narben dagegen bei Gratiola, Gentiana, Martynia annua, Bignonia-Arten, Lobelia-Arten u. s. w. Auch hier werde ich nur einige der auffallendsten Erscheinungen der Art etwas näher beschreiben.

Bei Nigella sativa stehen die Pistille aufrecht neben einander; behufs der Bestäubung krümmen sie sich jedoch so stark zurück, dafs sie ganz nahe den Antheren zu stehen kommen; ist die Befruchtung vollendet, so erheben sie sich wieder. Bei den Passionsblumen ist der Vorgang bei der Befruchtung ganz ähnlich, und haben die Narben die Staubbeutel erreicht, so dauert die Befruchtung etwa nur eine Stunde, worauf sich die Pistille wieder aufrichten. Bei Gratiola, Catalpa, Bignonia radicans, Martynia annua sind die Lappen der Narbe um die Zeit der Befruchtung sehr ausgebreitet, und zeigen auf äufsere Reize sehr auffallende Zusammenziehungen. Eine sehr auffallende Bewegung des Pistilles ist von Salisbury bei Stylidium-Arten beschrieben; bei diesen sonderbaren Gewächsen, heifst es in Roeper's Uebersetzung der De Candolle'schen Pflanzen-Physiologie*) ist der Griffel in seiner ganzen Länge mit den beiden Staubfäden der Staubgefäfse verwachsen und es entsteht hiedurch eine, dem Anschein nach

*) II. pag. 72.

einfache Säule. Bei ganz jungen Blumen ist die Säule nicht reizbar, sie ist es dagegen in hohem Grade, sobald sich die Staubbeutel geöffnet haben und die Blumenkrone weifs oder rosenfarben geworden; wenn man um diese Zeit die Blume schüttelt oder mittelst eines Nadelstiches an ihrer äufseren Basis reizt, so sieht man dieselbe augenblicklich mit Gewalt zurückschlagen und sich auf die entgegengesetzte Seite der Blume legen, aber nach einiger Zeit nimmt sie ihre frühere Stellung wieder ein und kann dann von Neuem wieder gereizt werden. Diese Reizbarkeit hört am Ende der Blüthenzeit auf und ist im Sonnenschein am bemerklichsten. Endlich erinnere ich noch an die vielen Fälle, wo sich das Ende des Griffels in der Art krümmt, dafs die Narbe unmittelbar mit den geöffneten Antheren in Berührung tritt. Bei einer blühenden Collinsonia sah Darwin*) dafs die Griffel einiger Blumen, anstatt sich zu den ihnen zugesellten Staubfäden zu halten, sich zu den Staubfäden benachbarter Blumen neigten und so gleichsam Ehebruch trieben.

3. Die männlichen und die weiblichen Geschlechts-Organe suchen sich behufs der Bestäubung gegenseitig auf.

Endlich hat Medicus in seiner meisterhaften Abhandlung auch eine Reihe von Fällen aufgeführt, wo sich die Staubfäden und auch die Pistille gegenseitig bewegen um sich einander aufzusuchen und die Befruchtung auszuführen; er führt Boerhavia diandra, die Gattungen Malva, Lavatera, Althaea, Alcea und mehrere Oenothera-Arten als hiehergehörig an. An Boerhavia diandra hat Medicus die tägliche Bewegung der Geschlechtstheile über 8 Tage hinter einander beobachtet, und zwar zeigte sie sich in folgendem: Abends und Morgens früh ist das Pistill gegen die Seite der Blüthe angelegt, gegen 10 oder 11 Uhr fängt es aber an sich zu erheben und sich mit seiner Narbe ge-

*) l. c. I. pag. 157.

gen die Mitte der Blüthe vorzurichten. Dort begegnet es einem oder dem anderen Staubfaden, an dessen Staubbeutel dasselbe so stark anstöfst, dafs man glauben sollte, sie wären wirklich mit einander verwachsen. Bei den Staubfäden hat Medicus eben dieselbe Wanderung beobachtet; wenn sich die Blüthe Abends schliefst, so legen sie sich auch an die Seite, später erheben sie sich ebenfalls, begeben sich in die Mitte und suchen der Narbe zu begegnen.

Die Reizbarkeit der Geschlechtstheile der Pflanzen verhält sich gegen die Einwirkung der Electricität, des Galvanismus und der giftig wirkenden Substanzen ganz ebenso, wie in den Blättern derjenigen Pflanzen, welche sich durch ihre Reizbarkeit so auffallend auszeichnen, wie wir es in den folgenden Kapiteln kennen lernen werden. Herr Alexander von Humboldt untersuchte zuerst den Einflufs der Electricität auf die Bewegung der Staubfäden der Berberis vulgaris; er erschütterte die Blüthen durch heftige electrische Schläge, wenn sich die Staubfäden in Folge mechanischer Reizung dem Pistille angelegt hatten und er sah, dafs sich hiebei die Staubfäden zurückbeugten, fand aber auch, dafs sie dadurch alle Reizbarkeit verloren. Die Wirkung der galvanischen Säule auf die Reizbarkeit der Staubfäden der Berberis und anderer Pflanzen, wurde ebenfalls von Herrn Alexander von Humboldt und hierauf von Rafn versucht, doch ohne Resultat; erst Herr Nasse*) wies in einem, sehr interessanten Aufsatze den Einflufs der Voltaischen Säule auf die Reizbarkeit der Staubfäden dieser Pflanze nach, und zeigte, dafs hiezu eine stärkere galvanische Thätigkeit erforderlich ist, als bei der Reizung der thierischen Gewebe. Herr Nasse**) zeigte auch später, dafs das Terpentinöl ein überaus kräftiges Erregungsmittel der Staubgefäfse der Parietaria sei; bei der Berührung der Blüthe mit diesem Oel bewegten sich die Staubfäden

*) Gilberts Annalen Bd. XL. 1812 pag. 392.
**) Archiv für die Physiologie von Reil und Autenrieth. XII. pag. 278.

entweder sogleich sämmtlich, oder doch bald hinter einander, kurz er fand, dafs dergleichen Mittel, welche die Reizbarkeit bei den Thieren aufzuregen im Stande sind, dieses auch an den Geschlechtstheilen der Pflanzen zeigen. Die Gifte zerstören die Reizbarkeit der Geschlechtstheile, wie es Herr Goeppert*) in einer sehr fleifsig gearbeiteten Abhandlung gezeigt hat.

Die Schlüsse welche man aus diesen verschiedenen Beobachtungen über die Bewegungen der Geschlechtstheile behufs der Befruchtung der Pflanzen ziehen kann, liegen zu nahe, als dafs ich hier noch besonders davon sprechen sollte, aber unbegreiflich ist es mir, wie man dieselben auf die Erscheinungen des Pflanzenschlafes zurückführen zu können glaubt.

Viertes Capitel.

Von den Bewegungen welche die Blätter der Pflanzen in Folge äufserer Reize zeigen.

Die auffallenden Erscheinungen, welche die Blätter einiger wenigen Pflanzen durch ihre Bewegungen in Folge äufserer Reize darbieten, hängen mit denjenigen in einigem Zusammenhange, die wir schon im ersten Capitel, als von den täglichen periodischen Bewegungen der Blätter die Rede war, näher kennen gelernt haben. Fast alle Bewegungen der Pflanzenblätter, welche bis jetzt, als Folge äufserer Reize auftretend bekannt geworden sind, stimmen vollkommen mit denjenigen überein, die wir bei dem Schlafe der Pflanzen hervorgehen sahen, nur mit dem einzigen Unterschiede, dafs diese Bewegungen im letzteren Falle äufserst

*) Ueber die Reizbarkeit der Staubfäden von Berberis vulgaris L. — Linnaea v. 1828 pag. 237.

langsam vor sich gehen, ja oftmals so langsam, dafs sie mit dem Auge nicht mehr unmittelbar wahrgenommen werden können, sondern erst in längeren Zeitperioden bemerkt man die Veränderung in der Stellung derselben. So auffallend es nun erscheint, dafs diejenige Bewegung der Blätter der Pflanzen, welche wir bei dem Eintritte des Schlafes derselben, gleichsam aus freien Stücken hervorgehen sehen, dafs eben dieselbe Bewegung bei einer noch kleineren Zahl von Gewächsen ganz besonders auffallend vorkommt, und dafs sie sich auch noch nebenher durch äufsere Reize hervorrufen und dabei sehr beschleunigen läfst, so haben wir doch auch hiefür schon eine Reihe von analogen Fällen bei den Bewegungen der Geschlechtstheile der Pflanzen im vorigen Capitel kennen gelernt. Die beiden Erscheinungen, welche wir unter dem Namen des Wanderns der Geschlechtstheile und der Reizbarkeit derselben kennen gelernt haben, sind dem Wesen nach ganz und gar mit den Bewegungen der Blätter übereinstimmend, welche bald eine langsame Bewegung zeigen, wie bei den täglichen periodischen Bewegungen, bald eine auffallend schnelle, die in Folge äufserer Reize auftritt.

Wir werden jetzt diese letzteren Erscheinungen der Reihe nach näher kennen lernen, und sie zum Schlusse des Ganzen, mit den übrigen in Zusammenhang zu bringen suchen.

Specielle Betrachtung der Bewegungen an der Sinnpflanze (Mimosa pudica L.).

Ueber die Bewegungen bei der Mimosa pudica L. welches Gewächs unter dem Namen der Sinnpflanze sehr bekannt ist, hat man schon unendlich viel geschrieben, so dafs schon die Titel der verschiedenen Abhandlungen ganze Seiten füllen würden, und schwerlich lassen sich noch viele neue Beobachtungen an diesem Gewächse anstellen, welche nicht schon irgend wo, wenn auch gerade nicht vollständig mitgetheilt wären.

Die Mimosa pudica verlangt eine Wärme von 20 Grad

Reaum. und viel Feuchtigkeit, wenn sie üppig wachsen und recht reizbar sein soll; sie ist in ihrem Vaterlande, so wie noch mehrere andere Mimosen so sehr reizbar, dafs ein starkes Auftreten auf dem Boden, in der Nähe der Pflanze, schon ganz allein hinreichend ist, um die ganze Pflanze zum Zusammenziehen der Blätter zu bringen, wovon ich mich selbst in der Nähe von Rio de Janeiro überzeugt habe, und auch Herr v. Martius erzählt*), dafs selbst der Hufschlag des durcheilenden Pferdes hinreichend ist, um ganze Massen von Mimosen in Bewegung zu setzen.

Wenn man die Beobachtungen, welche verschiedene Autoren über die Bewegungen der einzelnen Theile der Mimosen angestellt haben, nachmachen will, so ist es vor Allem nöthig, dafs man die Versuche an kräftigen Individuen und bei hohen Temperaturen anstellt; eine Wärme von 18 und über 20° Reaum. ist hiebei durchaus nöthig, und die Pflanze mufs schon längere Zeit hindurch in einer solchen Temperatur gestanden haben. Bringt man z. B. eine Pflanze aus einer niederen Temperatur, etwa aus 15 oder 16° R. in ein wärmeres Zimmer, so vergehen zuweilen mehrere Stunden, bis die Pflanze die gehörige Empfindlichkeit zeigt und diese äussert sich alsdann in folgenden Erscheinungen:

Haben sich die gefiederten Blätter der Mimosa pudica vollständig ausgebreitet, in welchem Zustande wir dieselben an hellen Sommertagen gewöhnlich beobachten, und fafst man alsdann ein solches Blatt mit einigem Drucke an, so bemerken wir, dafs sich die Blättchen der einzelnen Blätter**) mit ihren Oberflächen zusammenlegen und dafs sich der ganze gemeinschaftliche Blattstiel, mit bedeutender Schnelligkeit herabsenkt, so dafs sich der spitze Winkel, in welchem früher der Blattstiel zum Stamme

*) Reise nach Brasilien III. pag. XXXVIII.

**) Anmerkung. Die Mimosa pudica hat doppelt gefiederte Blätter, und jeder gemeinschaftliche Blattstiel trägt entweder 2, oder 4 gefiederte Blätter, was der gewöhnliche Fall ist; bei sehr kräftigen Pflanzen kommen auch 6 gefiederte Blätter an einem Stiele vor.

stand, in mehr als 90° vergröfsert, ja mitunter senkt sich der Blattstiel so tief, dafs er nach Unten dem Stamme parallel zu liegen kommt. War die Erschütterung der Pflanze bei dem Anfassen des Blattes von einiger Bedeutung, so legen sich die Blättchen, ohne eine genaue Reihenfolge zu beobachten, mit ihren oberen Blattflächen zusammen, und wenn die Erschütterung noch stärker war, so sieht man, dafs sich der Reiz auch auf die zunächst stehenden Blätter fortpflanzt, und zwar geschieht dieses bald schneller, bald langsamer, je nach dem Grade der Reizbarkeit, welchen die Pflanze zeigt. Diese Beobachtung ist die bekannteste und Jeder, der einer Sinnpflanze bei gehöriger Temperatur nahe gekommen ist, wird sich hievon überzeugt haben. Nach einiger Zeit hebt sich wieder der gemeinschaftliche Blattstiel zu seiner früheren Stellung und allmälich legen sich auch wieder die Blättchen auseinander und nehmen eine horizontale Lage an; wird ein solches Blatt abermals berührt, so wiederholen sich die Erscheinungen, bis sich nach mehrfacher Wiederholung die Reizbarkeit so sehr herabstimmt, dafs selbst nach starken Erschütterungen nur noch wenig Reaction erfolgt.

Man pflegt zu sagen, dafs diese so eben beschriebenen Bewegungen an den Blättern der Mimose in Folge von Erschütterungen der Pflanze eintreten, indessen es scheint mir, dafs bei jedem Stofse der dadurch verursachte Druck auf die Holzbündel als die Ursache anzusehen ist, durch welche die Bewegungen veranlafst werden. Geringe Erschütterungen verursachen noch keine Bewegungen an den Blättern, ja man kann sie leise anfassen, aber sobald man die Blätter drückt, so erfolgt auch augenblicklichst die Bewegung des berührten Blattes, und war der Reiz grofs genug, so bewegt sich gleich darauf das entgegenstehende Blättchen, ja der Reiz pflanzt sich allmälich von Blättchen zu Blättchen bis nach der Basis des Blattstieles fort.

Wir haben schon in den vorigen Capiteln kennen gelernt, dafs man vermögend ist, die Pflanzen in Hinsicht ihres Schlafes und Wachens an äufsere Reize zu gewöhnen; eben

dasselbe hat man auch an der Sinnpflanze kennen gelernt, indem Beobachtungen nachweisen, dafs sich dieselbe an anhaltende Erschütterungen gewöhnen kann, so dafs sie darauf nicht mehr reagirt. Desfontaines nahm eine Sinnpflanze in einen Wagen und sah, dafs sich dieselbe bei dem Rollen auf dem Steinpflaster sogleich schlofs und die Blattstiele sinken liefs; allmälich richteten sich aber die Blätter wieder auf, obgleich die Erschütterung des Wagens anhielt. Stand der Wagen einige Zeit still, und fuhr er dann von Neuem weiter, so schlofs sich die Sinnpflanze jedesmal wieder. Diese letztere Thatsache ist besonders wichtig, indem sie beweist, dafs die Sinnpflanze durch die anhaltende Erschütterung nicht etwa ihre Reizbarkeit verloren hatte und ihre Blätter etwa aus diesem Grunde wieder öffnete.

In dem Zusammenfallen der Fiederblättchen und dem Senken des gemeinschaftlichen Blattstieles, besteht denn auch hauptsächlich die Bewegung, welche uns die Sinnpflanze darbietet; allerdings senken sich auch die Blumenstiele nach dem Abblühen und selbst die gröfseren Aeste der Pflanzen heben sich und senken sich wenigstens etwas, doch diese Bewegungen sind weniger auffallend. Die Beobachtungen zeigen, dafs sich in der Sinnpflanze nicht nur die unmittelbar gereizten Theile der Pflanze in Bewegung setzen, sondern auch, dafs der auf die Pflanze einwirkende Reiz fortgepflanzt wird, und zwar geschieht die Fortleitung desselben nach allen Richtungen hin, sowohl von Oben nach Unten, als von Unten nach Oben, und je stärker die reizende Einwirkung ist, um so weiter dehnt sich der Erfolg derselben aus. Zu den auffallendsten, hiehergehörigen Erscheinungen sind folgende anzusehen: Hat man eine kräftige Sinnpflanze vor sich, und schneidet man in den Stamm derselben mit einem scharfen Messer (was bei einiger Geschicklichkeit sehr leicht in der Art auszuführen ist, dafs die Pflanze dadurch keine Erschütterung erleidet), so wird man sehen, dafs sich die zunächst stehenden Blattstiele fast augenblicklichst senken

und war der Schnitt tief genug geführt, so senken sich auch die entfernt stehenden und allmälich legen sich auch die Blättchen zusammen. Ist die Pflanze recht kräftig und die Temperatur, worin sie steht gegen 20 Grad, so ist der Erfolg äufserst überraschend, denn so wie die Schneide des Messers die Rinde durchzogen und den Holzkörper berührt hat, so zeigt sich auch, oft in demselben Augenblicke ein schnelles Herabsenken der entfernt stehenden Blattstiele, ja ich habe bemerkt, dafs sich Blattstiele in dem Augenblicke des Einschneidens in die Basis des Stämmchens plötzlich senkten, obgleich sie mehr als $1\frac{1}{4}$ Fufs davon entfernt standen. Man kann bei diesem Experimente mit ziemlicher Bestimmtheit angeben, welches Blatt sich in Folge des Einschnittes herabsenken wird, denn der Reiz wird durch die, zu dem Blatte verlaufenden Holzbündel unmittelbar fortgeführt und erst nach erfolgter Zusammenziehung springt derselbe seitlich auf die zunächst liegenden Holzbündel über. Einige Zeit nach dem Versuche heben sich wiederum die Blattstiele, und auf neue Einschnitte in das Holz des Stammes erfolgen neue Zusammenziehungen der Blätter, doch nimmt die Empfindlichkeit der Pflanze hiebei sehr bald ab, und sie gebraucht längere Zeit um sich wieder ganz zu erholen; hierin möge auch die Angabe von Du Hamel *) ihre Erklärung finden, wenn derselbe sagt, dafs es mit einiger Vorsicht und Geschicklichkeit möglich ist einen Ast der Sinnpflanze abzuschneiden, ohne dafs sich die Blätter desselben zusammenziehen; ich habe diesen Versuch sehr oft wiederholt, doch an kräftigen Pflanzen, welche in gehöriger Wärme vegetirten, gelang er niemals, wohl aber an solchen Individuen, die schon in Folge anderer Versuche, sehr gelitten hatten. Auch fand ich ziemlich constant, dafs die angegebene Contraction in Folge des Einschnittes bei einer Temperatur von 15 Graden nicht mehr stattfindet, so dafs dergleichen Versuche bei uns schon im Monate September

*) Naturgeschichte der Bäume. II. pag. 128.

nur noch selten gelingen. Die Empfindlichkeit der Blätter und deren Blattstiele kann sich um diese Zeit noch auf jede, unmittelbar angebrachte Reizung äufsern; die Blättchen legen sich beim blofsen Anfassen zusammen und der gemeinschaftliche Blattstiel senkt sich noch, während die Reize, in Folge von Einschnitten in den Holzkörper nicht mehr fortgeleitet werden.

Der Holzkörper ist der Leiter der Reize bei der Sinnpflanze, doch läfst es sich unmöglich ermitteln, ob hier im Holze die Spiralröhren allein, oder ob die ganze Holzmasse als solche anzusehen ist; doch werden wir diesen Gegenstand später ausführlich betrachten. Herr Schultz *) hat die Meinung gegen Herrn Dutrochet aufgestellt, dafs es die Milchsaftgefäfse sind (welche den wesentlichsten Theil der Rinde der Sinnpflanze ausmachen sollen), in denen die Ursache der äufseren Bewegung bei den Pflanzen zu suchen sei, und er kommt hiebei zu dem Schlusse, dafs das System der Milchsaftgefäfse, um welche sich die ganze Physiologie des Herrn Schultz zu drehen pflegt, von doppelter Wichtigkeit ist, dafs es nämlich das Organ der inneren (Säfte) und zugleich das Organ der äufseren Bewegungen der Pflanzen ist!

Man kann sich leicht überzeugen, dafs weder in den Parenchym-Zellen der Rinde, noch in den angeblichen Milchsaftgefäfsen derselben die Leiter der Reize zu suchen sind, denn wenn man den Stamm einer Sinnpflanze etwa auf Zolllänge und darüber vollkommen entrindet, und den Holzkörper so rein blofslegt, dafs man sich durch die mikroskopische Untersuchung desselben überzeugen kann, dafs alle Rinde und alle angebliche Milchsaftgefäfse entfernt sind, und wenn man dennoch sieht, dafs Einschnitte in diesen blofsgelegten Holzkörper die Contraction der Blätter nach wie vor bewirken, so ist es wohl ganz klar erwiesen, dafs der Holzkörper als Leiter dieser Reize anzusehen ist. Dieses wurde auch schon durch Dutrochet's

---

*) Die Natur der lebendigen Pflanze. II. pag. 148.

Versuche erwiesen; derselbe entblöfste das Holzbündel in der Achse eines Blattstieles, indem er das umgebende Zellengewebe abschnitt, reizte dann eines der äufsersten Fiederblättchen mittelst eines Brennglases und sah, dafs sich der Reiz sehr bald auf die benachbarten Blätter fortpflanzte. Dagegen durchschnitt Dutrochet an anderen Blattstielen den Holzkörper und erhielt das Blatt vermittelst einer Portion des umkleidenden Zellengewebes mit dem Stamme in Verbindung, brannte alsdann wie im vorhergehenden Versuche eines der äufsersten Fiederblättchen und sah nun keine Fortpflanzung des Reizes erfolgen.

Betrachten wir nun diese, bisher angeführten Erscheinungen der Reizbarkeit der Sinnpflanze im Allgemeinen und suchen wir dieselben, was gewifs sehr nahe liegt, mit ähnlichen Erscheinungen bei den Thieren in Vergleich zu stellen, welche uns schon viel bekannter sind, so werden wir auch in diesen Erscheinungen grofse Uebereinstimmung finden. So wie sich die Sinnpflanze zusammenzieht, wenn der Boden, worauf sie steht erschüttert wird, so thun es auch die Polypen, die Actinien und die meisten der niederen Thiere; ich hatte ganze Rasen von Alcyonella stagnorum auf einem Teller liegend und sah, dafs sich alle Polypen desselben zusammenzogen, sobald der Teller stark erschüttert wurde. Schnitt ich in den Stamm einer Campanularia, so zogen sich augenblicklichst die Polypen zusammen, welche mit der verletzten Stelle des Stammes im organischen Zusammenhange standen. So wie bei diesen niederen Thieren ein und dasselbe Gebilde, sich gleich der Muskelfaser in höheren Thieren zusammenzieht und in anderen Fällen den Reiz leitet, gleich den Nerven in höheren Thieren, ebenso scheint es sich bei der Sinnpflanze zu verhalten. Doch wir wollen die Bewegungen an der Sinnpflanze noch weiter verfolgen, ehe wir eine Ansicht über das Wesen dieser Erscheinungen auszusprechen wagen.

Wenn man an einem heifsen Sommertage mit einer feinen Scheere das letzte Pärchen der Fiederblätter eines

Blattes abschneidet, und zwar mit solcher Vorsicht, dafs keine Spur von Erschütterung dabei stattfindet, so wird man beobachten, dafs sich augenblicklichst die darauf folgenden Blattpaare mit ihren oberen Blattflächen zusammenlegen, und zwar pflanzt sich die Contraction der Blättchen von der verletzten Spitze des Stieles nach dessen Basis hin fort, was in verschiedenen Fällen mit verschiedener Schnelligkeit ausgeführt wird, die aber ganz zu der Lebhaftigkeit im Verhältnisse steht, in welcher sich die Pflanze befindet. Zuweilen bleibt ein einzelnes Blattpaar mitten in der Reihe in seiner Contraction zurück, zuweilen auch wohl nur ein einzelnes Blättchen und dann sieht man, dafs hier, bei der Fortleitung des Reizes, ein augenblickliches Hindernifs eintritt, sobald aber der Reiz über den Anheftungspunkt eines solchen torpiden Blattes hinaus ist, so geht auch die Contraction wieder in gewöhnlicher Art fort, sie geschieht aber äufserst langsam, wenn die umgebende Luft kalt ist, ja dann kann man sehen, wie jedes einzelne Blattpärchen sich erst nach mehreren, stofsweise erfolgenden Erhebungen zusammenlegt. Ist der Reiz bis zur Basis des Blattstieles des gefiederten Blattes gelangt, so erfolgt entweder zunächst die Senkung des gemeinschaftlichen Blattstieles, oder der Reiz springt auf den Holzkörper der zunächst stehenden gefiederten Blätter und dann sieht man, dafs sich auch an diesen Blättern die einzelnen Fiederblättchen zusammenlegen, aber gerade in entgegengesetzter Richtung, nämlich von der Basis aus nach der Spitze hin, was auch ganz natürlich erscheint. Auch bei dem Zusammenlegen dieser Fiederblättchen findet die gröfste Regelmäfsigkeit statt, wenn die Pflanze recht lebhaft, wie in ihrem Vaterlande vegetirt, das Gegentheil aber zeigen diese Pflanzen, wenn sie nicht den gehörigen Wärmegrad erhalten. Hatte sich der gemeinschaftliche Blattstiel nicht gleich im Anfange gesenkt, so erfolgt die Senkung nachdem sich die Blättchen sämmtlicher gefiederten Blätter zusammengelegt haben, und war der Reiz stark genug, so bemerkt man nach einiger Zeit, dafs sich auch

die Blattstiele der zunächst stehenden Blätter senken, und dafs sich dann an diesen gesenkten Blättern ebenfalls die Fiederblättchen allmälich zusammenlegen.

Bedeutend schwächer ist der Reiz, und die Wirkung desselben erstreckt sich gewifs nur selten über das verletzte Blatt hinaus, wenn man nur die parenchymatische Substanz eines der beiden letzten Fiederblättchen mittelst eines Messers oder einer Scheere verletzt; der Reiz wird wenigstens über das ganze gefiederte Blatt geleitet, wenn man den Mittelnerven des Blättchens verletzt, aber noch geringer ist derselbe, wenn die Seitennerven allein durchschnitten wurden. Untersucht man aber diese Seitennerven der einzelnen Fiederblättchen, so findet man, dafs sie entweder aus einer einzelnen Spiralröhre, oder aus einigen nebeneinanderliegenden zusammengesetzt sind, welche durch einige langgestreckte Zellen begleitet werden, daher man diese Gebilde als diejenigen ansehen mufs, welche einmal den empfangenen Reiz leiten und dann die Contraction des umgebenden Gewebes in den Gelenken bewirken, die wir in ihren nächsten Erscheinungen sogleich näher kennen lernen werden.

Am stärksten wirken diejenigen Reize auf die Sinnpflanze, welche durch plötzliche Veränderung der Temperatur ausgeübt werden. Wenn eine Pflanze mit ausgebreiteten Blättern in einem Treibkasten steht, und man die Fenster selbst mit gröfster Behutsamkeit öffnet, so ziehen sich durch den Einflufs der kälteren Luft die Blättchen der ganzen Pflanze zusammen und senken ihre Blattstiele; ganz ähnlich wirkt eine zu hohe Temperatur auf die Sinnpflanze. Es ist z. B. schon lange bekannt, dafs die Contractionen der Fiederblättchen, so wie das Senken des gemeinschaftlichen Blattstieles erfolgt, wenn man ein einzelnes Blättchen der Sinnpflanze mit einem Brennglase reizt, aber sehr interessant war es mir zu sehen, dafs die Sinnpflanze solche Bewegungen auch ohne künstliche Reize hervorbringt. Wenn man nämlich eine kräftige Pflanze der Art an einem heifsen Sommertage unmittelbar dem

Einflusse der Mittagssonne aussetzt, so wird man dann und wann bemerken, dafs sich einzelne Blätter plötzlich senken, und dafs sich alsdann die Fiederblättchen zusammenlegen, ganz ebenso, wie bei den schon früher beschriebenen Bewegungen. Bald darauf hebt sich wiederum das Blatt und die Fiederblättchen legen sich horizontal auseinander, und wenn sich nach längerer Zeit die Temperatur auf der Oberfläche der Blätter, durch den Einflufs der direkten Sonnenstrahlen stark erhöht, so senkt sich der gemeinschaftliche Blattstiel von Neuem und die Erscheinungen wiederholen sich. Hier scheint es, als wenn die Contractionen aus freien Stücken eintreten, doch künstliche Erhöhungen der Temperatur bewirken ganz dieselben Erscheinungen.

Am heftigsten wirkt das Brennen der Pflanze, und auch hiebei kann man sehen, dafs der Reiz von Unten nach Oben und von Oben nach Unten fortgeleitet wird. Brennt man an einer kräftigen Pflanze während der heifsen Sommertage die letzten Fiederblättchen, so pflanzt sich der Reiz sehr bald über das ganze Blatt hinaus und dieses senkt den Blattstiel, ganz ebenso, als wenn man das letzte Blattpaar abgeschnitten hätte; hat man aber zugleich die Spitze des Blattstieles mit angebrannt, so pflanzt sich der Reiz sehr bald weiter fort, und nachdem das verletzte Blatt herabgesunken und die Fiederblättchen sich sämmtlich zusammengelegt haben, zeigt sich die Contraction auch an den zunächst stehenden Blättern des Stammes. In den meisten Fällen habe ich bemerkt, dafs sich die Contractionen zuerst an denjenigen Blättern zeigen, welche unterhalb des verletzten Blattes stehen, und wenn sich diese der Reihenfolge gesenkt hatten, bewegten sich auch alle die Blätter, welche über dem Verletzten standen, und dann endlich erstreckte sich die Fortleitung des Reizes auf die Blätter der Aeste, welche sich ebenfalls der Reihe nach senkten und ihre Fiederblättchen zusammenlegten.

Die Zeit, in welcher sich sämmtliche Blätter einer Sinnpflanze in Folge einer solchen Brandwunde zusammen-

legen, ist nach dem Grade der Reizbarkeit der Pflanze sehr verschieden, aber selbst im glücklichsten Falle vergehen dabei 4 und 5 Minuten, wenn die Pflanze nur von einiger Gröfse ist. Ist aber die Temperatur der umgebenden Luft nicht hoch genug, so gehen alle jene Erscheinungen langsamer von Statten und es vergeht oft eine ganze Viertelstunde, bis sich alle Blätter zusammengefaltet haben; ja spät im Sommer, und besonders im Monat October, zeigt die Sinnpflanze schon so wenig Reizbarkeit, dafs man durch starkes Brennen wohl noch die einzelnen Blätter zum Zusammenfalten bringt, aber niemals mehr die ganze Pflanze, wie es bei 18 und 20° Wärme und mitten im Sommer jedesmal erfolgt. Dieser contrahirte Zustand der Sinnpflanze in Folge von Brennen dauert verhältnifsmäfsig sehr lange, denn die Blätter öffnen sich erst nach 4, 6 und selbst erst nach 8 Stunden, woraus man schon auf den heftigen Grad der Einwirkung jener Reize schliefsen kann; dieses wird aber dadurch noch mehr erwiesen, dafs eine und dieselbe Pflanze dieses Brennen nicht oft verträgt, ohne dabei tödtlich zu leiden. Schon bei der dritten und vierten Wiederholung des Versuches leidet selbst die kräftigste Pflanze so stark, dafs sie nur noch in geringerem Grade jene Contraction zeigt. Ja an einem schwächlichen Pflänzchen von 1½ Fufs Höhe habe ich gesehen, dafs sie, bei einer Temperatur von 17 Graden R., schon nach dem einmaligen Anbrennen der Spitze eines Blattes so sehr angegriffen wurde, dafs sie sich, auch noch nach mehreren Wochen nicht wieder erholte. Schon Herr Alexander von Humboldt hat etwas Aehnliches beobachtet, denn er sagt: Wenn man den Stengel einer Mimosa pudica, mit einer Nadel so sehr verwundet, dafs der Saft herausfliefst, so schliefst die ganze Pflanze aus Ermattung ihre Blätter, und öffnet sie nicht wieder bei Einwirkung der Sonnenstrahlen.

Wenn man an einer Sinnpflanze den Stamm in der Nähe der Wurzel mit einem Lichte brennt, so erfolgen die Wirkungen nicht eher, als bis die Wirkung des Feuers

durch die Rinde hindurch gegangen ist und den Holzkörper ergriffen hat; schneidet man aber den Stamm einer kräftigen Pflanze ab und setzt ihn so lange in Wasser bis sich die Blätter desselben wieder entfaltet haben, und bringt man alsdann die frische Schnittfläche in eine Flamme, so geschehen die Senkungen der Blattstiele und die Zusammenlegung der Blätter der ganzen Pflanze äufserst rasch, aber genau in der Reihenfolge, wie die Blätter am Stamme befestigt sind. Aber auch diese Wirkung hört auf, wenn die Pflanze, wie zur Herbstzeit nicht mehr empfindlich genug ist.

Es ist interessant zu sehen, wie der angebrachte Reiz bei der Sinnpflanze durch die Holzbündel geleitet wird, und wie derselbe auf die daneben liegenden gleichsam überspringt. Nimmt man das doppelt gefiederte Blatt einer solchen Pflanze, welches ausgebreitet an den Stengel sitzt und führt man mit einem sehr scharfen Messer einen Schnitt durch den gemeinschaftlichen Blattstiel, so dafs dieser von der Spitze aus nach der Basis zu vollkommen gespaltet wird, so kann man folgende Reactionen an dem Blatte wahrnehmen. Wenn das Messer in die Spitze des gemeinschaftlichen Blattstieles eindringt, so bemerkt man, erst in demjenigen Augenblicke eine Contraction oder vielmehr die Erhebung der Fiederblättchen, von der Basis des gefiederten Blattes ausgehend, wenn das Messer die Stelle berührt, von welcher aus die Holzbündel zu den beiden gegenüberstehenden Blättern ausgehen. Schneidet man weiter in den Blattstiel hinein, so kommt man zu der Stelle, von welcher die Holzbündel zum zweiten Paare der gefiederten Blätter abgehen und nun sieht man, dafs sich auch an diesen die Fiederblättchen von der Basis aus nach der Spitze zu allmälich zusammenlegen, und erst zuletzt senkt sich auch der gemeinschaftliche Blattstiel. Diese Spaltung des gemeinschaftlichen Blattstieles äufsert sich auf das Leben des Blattes ohne allen Nachtheil, wenn man nun aber die Blättchen der einen Hälfte des Blattstieles reizt, so kann der Reiz nicht unmittelbar auf die Blättchen der an-

deren Hälfte übergehen, sondern er steigt am gemeinschaftlichen Blattstiele entlang, bis zum sogenannten Gelenkknoten hinab und kehrt in entgegengesetzter Richtung in der anderen Hälfte des Blattstieles zurück, worauf sich alsdann hier wie dort die Blättchen in gleicher Weise zusammenlegen.

Aufserdem bemerkt man noch in den Blüthenstielen der Sinnpflanze einige Bewegung; dieselben stehen vor dem Aufblühen und während des Blühens aufrecht und in ähnlichen spitzen Winkeln zu dem Stamme wie die Blätter, doch bald nach dem Blühen, wenn die Blüthe auch nicht einmal Früchte angesetzt hat, senkt sich der Blüthenstiel erhebt sich aber niemals wieder.

Man hat die verschiedensten corrodirenden Mittel auf die Blättchen der Sinnpflanze gegossen, um die Einwirkung derselben auf die Reizbarkeit der Pflanze zu erforschen, und man fand immer, dafs sich die Fiederblättchen zusammenfalteten und der gemeinschaftliche Blattstiel herabsank, sobald jene Substanzen ihre corrodirende Eigenschaft unmittelbar auf die Holzbündel ausübten, ja die Fortleitung der ätzenden oder corrodirenden Reize erfolgte im Allgemeinen ganz ebenso, wie wir sie bei der Wirkung der Schnitt- und Brandwunden kennen gelernt haben. In den letzteren Jahren hat Herr Runge*) eine sehr grofse Zahl von Beobachtungen über die Wirkung ätzender Reize auf die Bewegungen der Mimosa pudica angestellt und sehr ausführlich beschrieben, aus welchen sich im Allgemeinen die schon früher bekannt gewordenen Thatsachen bestätigen lassen; auch sie lehren, was besonders wichtig ist, dafs die ätzenden Reize, ebenso wie die mechanischen auf mehr oder weniger weite Strecken fortgeleitet werden können, und dafs die Reaction stets im Verhältnisse zur Stärke des angewendeten Reizmittels steht. Herr Runge

*) Ueber das Verhalten der Mimosa pudica gegen mechanische und chemische Einwirkungen — Poggendorff's Annal. XXV. pag. 334. etc.

glaubt ferner beobachtet zu haben, dafs sich die Reaction der Sinnpflanze in Folge der Einwirkung von Schwefelsäure und von Kali ganz verschieden verhalte; er betupfte die Stelle, wo das Blattstielgelenk in den Blattstiel selbst übergeht, mit etwas Schwefelsäure und beobachtete, dafs sich zuerst einige Blattpaare schlossen, zuletzt aber sämmtliche des ganzen Blattes, wobei auch einige Senkung des Blattstieles erfolgte, welche am folgenden Morgen so bedeutend war, dafs der Blattstiel dem Stamme beinahe parallel stand. In einem anderen Falle betupfte Herr Runge eben dieselbe Stelle mit einer Lösung von Kalihydrat; es war ein Tröpfchen von der Gröfse eines Nadelknopfes welches so angebracht wurde, dafs der Gelenkansatz selbst von der Lauge nicht berührt wurde. Nach einiger Zeit schlossen sich die Fiederblättchen, der Blattstiel selbst hatte aber nach 3 Stunden seine Stellung noch nicht geändert; nach 5 Stunden, sagt Herr Runge, hatte er sich erhoben und bildete mit dem Stamme einen spitzen Winkel. Hierin zeigte sich also die Einwirkung der Schwefelsäure von derjenigen des Kali's verschieden; bei ersterer senkte sich der Blattstiel wie gewöhnlich und bei letzterem hob er sich empor, wurde aber dabei für jeden mechanischen Reiz unempfindlich, doch zeigte sich am folgenden Morgen ziemlich Alles im normalen und reizbaren Zustande bis auf den aufgerichteten Blattstiel, der sich erst am 4ten Tage horizontal stellte. Ich habe diese Versuche dreimal wiederholt und bediente mich dabei einer Kalisolution von gleichen Theilen Kali und Wasser, ich sah hiebei, dafs die Einwirkung der Kalilösung langsamer erfolgte, als die der gewöhnlichen käuflichen Schwefelsäure, aber die Senkung des Blattstieles erfolgte ebenfalls, woraus ich wenigstens schliefse, dafs sich die Reizung durch diese beiden ätzenden Substanzen ähnlich verhalte, und auch die Reaction in ihren Erscheinungen ähnlich ist, wenn die Corrosion durch die genannten Substanzen in gleichem Grade stattgefunden hat.

Besondere Beachtung verdienen Herrn Runge's Beob-

achtungen über die Einwirkung des Terpentinöls auf die Mimose; wurden die Fiederblättchen damit betupft, so schlossen sie sich schon nach einigen Secunden, der Reiz wurde dann mit Schnelligkeit fortgeleitet, es schlossen sich dann in gewöhnlicher Ordnung auch die übrigen gefiederten Blätter und der Blattstiel senkte sich. Nach Verlauf von 4 Minuten senkte sich auch das zunächst darübersitzende Blatt, aber schon nach einer halben Stunde öffnete sich wieder das gereizte Blatt. Auch fand Herr Runge, dafs der Fiederstiel eines Mimosen-Blattes durch irgend eine corrodirende Substanz in der Art angegriffen werden kann, dafs dadurch die Fortleitung anderer Reize sehr erschwert wird, obgleich die Pflanze dadurch im Allgemeinen gar nicht leidet. So war der Fiederstiel eines Blattes durch Schwefelsäure gebräunt worden, worauf die äufsersten Fiederblättchen durch etwas Terpentinöl betupft worden; die Schliefsung der Blättchen erfolgte allmälich bis zur gebräunten Stelle, es dauerte aber 10 Minuten bis der Reiz über diese Stelle hinausgeleitet wurde, alsdann schlossen sich auch die übrigen Fiederblättchen und dann auch die übrigen Blätter. Ganz dasselbe erfolgte auch, wenn statt des Terpentinöles ebenfalls Schwefelsäure zur Betupfung der Blättchen genommen wurde.

Aus den vielen im Vorhergehenden vorgetragenen Beobachtungen haben wir die Reaction der Mimosa pudica gegen eine grofse Anzahl von Reizen kennen gelernt, wir haben ferner gesehen, dafs diese Reize oft mit bewunderungswürdiger Schnelligkeit von einem Ende der Pflanze bis zum anderen fortgeleitet werden, so dafs mitunter fast in demselben Augenblicke eines der äufsersten Blätter sich senkt, wenn man an der Basis des Stammes einschneidet. Dergleichen Erscheinungen führten schon Du Hamel zu dem merkwürdigen Ausspruche, dafs es scheine, als hätte diese Pflanze eine wirkliche Empfindung und die Wirkungen scheinen um so stärker zu sein, je stärker die Reize sind. Bei solchen Ansichten mufsten die Physiologen zu der genaueren Untersuchung derjenigen

Elementarorgane und derjenigen Kräfte geleitet werden, welche jene auffallenden Erscheinungen hervorrufen, worin man eine so grofse Aehnlichkeit mit gewissen Erscheinungen der Irritabilität und der Sensibilität der Thiere erblickte, obgleich es nicht möglich war bei jenen Pflanzen weder Muskeln noch Nerven aufzufinden. Die Electricität und später der Galvanismus gaben hiezu die entsprechenden Mittel an die Hand, und im Jahre 1776 hat Dreu *) die ersten Versuche über die Wirkung der Electricität auf die Bewegungen der Sinnpflanze angestellt, woraus sich Folgendes ergab: Heftige Erschütterungen bewirkten ein Zusammenfalten der Blättchen und ein Senken der Blattstiele, es scheint jedoch, dafs dieses Schliefsen nur die Wirkung der Erschütterung und nicht die der Electricität ist, denn electrisirt man eine isolirt stehende Sinnpflanze, so nimmt man keine Contractionen wahr. Ich selbst habe diese Versuche mit jungen Pflanzen im Monat Juli angestellt und dabei durchaus gar keine Veränderung in der Stellung der Blätter wahrgenommen; zog ich aber aus der isolirten Pflanze die Electricität mit einer hölzernen Spitze, so zeigten sich doch verschiedene bemerkenswerthe Erscheinungen, aus welchen sich wenigstens die Einwirkung der Electricität auf die reizbaren Theile der Mimosa ergiebt, aber höchst auffallend war es mir zu sehen, dafs dieser Reiz nicht fortgeleitet wurde. Wenn man nämlich ein Fiederblättchen mit einer hölzernen Spitze berührt, so hebt sich augenblicklichst das dazu gehörige Fiederblättchen der anderen Seite in die Höhe, und führt man die Spitze entlang dem Fiederstiel, so legen sich die Fiederblättchen in derselben Reihenfolge schnell zusammen, in welcher Richtung man die Spitze hinwegführt, und bald nach Entfernung der Spitze stellen sich die Blättchen wieder in horizontale Lage.

Schon Dreu hat beobachtet, dafs starke Schläge die Reizbarkeit der Sinnpflanze aufheben und van Marum

*) Rozier's Observ. sur la phys., l'hist. nat. etc. 1776. pag. 395.

machte zuerst im Jahre 1791 und 1792 darauf aufmerksam, dafs hierin die Reizbarkeit der Pflanzen und die der Thiere übereinstimme. Die Anwendung starker Funken auf das Gelenk eines Blattstieles der Sinnpflanze hebt sogleich die Reizbarkeit auf, doch dabei findet auch eine wirkliche Zerstörung des Gewebes statt. Die galvanische Säule zeigt auf die Reizbarkeit der Sinnpflanze keinen merklichen Einflufs, wie es die übereinstimmenden Beobachtungen von den Herren Alexander von Humboldt, van Marum, C. Sprengel und meine eigenen bestätigen.

Die anatomische Untersuchung giebt leider ebenfalls keinen Aufschlufs über die Ursache der Bewegungen, welche die sensibeln Pflanzen zeigen; diese Gewächse sind im Allgemeinen ganz ebenso gebauet, wie die übrigen nicht reizbaren, aber es zeigt sich, dafs diejenigen Theile, welche bei den Bewegungen der sensibeln Pflanzen ganz besonders thätig sind, wie z. B. die Gelenkanschwellungen der Blattstiele, u. s. w., dafs diese eine eigenthümliche Structur besitzen, aus welcher man wohl ersehen kann, dafs es gerade dadurch möglich gemacht wird, diese eigenthümlichen Bewegungen auszuführen. Mehrere sehr ausgezeichnete Physiologen haben den Satz aufgestellt, dafs die Structur der Gelenkknoten bei beweglichen und bei unbeweglichen Blättern ganz gleich sei, und dafs nur die gröfsere oder die geringere Rigidität der Gewebe die Bewegungen möglich mache oder verhindere, diese Angabe ist aber nicht richtig. Man vergleiche die einfachen Querschnitte aus den Gelenkknoten des gemeinschaftlichen Blattstieles der Mimosa pudica und der Acacia Lophantha, oder ähnlicher Gewächse, welche unbewegliche Blattstiele besitzen, und man wird sich davon sogleich überzeugen; wenn man dagegen die Querschnitte aus den Gelenkanschwellungen der einzelnen Fieder oder gefiederter Blätter dieser Acacia mit den Querschnitten aus den Gelenken der Mimosen vergleicht, so wird man sogleich die auffallendste Aehnlichkiet finden, aber die Fieder und die Fiederblättchen jener Acacien zeigen auch ähnliche Bewe-

gungen, wie die der Mimosen, wenn auch viel langsamere und unter ganz anderen Verhältnissen. Ja ich glaube den Satz aufstellen zu können, dafs sich die Bewegungen der Blätter der Pflanzen um so auffallender zeigen, je mehr die Structur ihrer Gelenkknoten derjenigen der Gelenke der Mimosen und des Hedysarum gyrans gleichen.

Es ist schon von mehreren Physiologen angegeben worden, dafs die Holzbündel in den Gelenkanschwellungen der Mimosa pudica zu einem einzelnen Strange vereinigt sind, welcher gerade in der Mitte des Gelenkes verläuft, während die Holzbündel in den Blattstielen vereinzelt und nahe der Peripherie verlaufen; eine genauere Untersuchung dieses Gegenstandes lehrt aber noch viele Eigenthümlichkeiten, welche Einiges zur Erklärung des Mechanismus beitragen, der sich bei der Bewegung dieser Blätter zeigt. Die Gelenkanschwellung des gemeinschaftlichen Blattstieles der Mimosa pudica zeigt die Structur ihrer Gröfse wegen, noch am deutlichsten, die Gelenke der Fieder und die der Fiederblättchen zeigen ganz dieselbe Structur, nur findet sich bei ihnen Alles in kleinerem Maafsstabe wieder. Ein gut gelungener Querschnitt aus dem Gelenke der Mimosa pudica zeigt einen ellipsoidischen Holzkörper, der in der Mitte des Ganzen liegt; diese Holzmasse zeichnet sich aber dadurch sehr auffallend aus, dafs in dem innersten Theile derselben gar keine Spiralröhren vorkommen, sondern das Innerste derselben wird durch blofse Holzzellen gebildet, welche denen an Gröfse und Dicke der Membranen ganz gleich sind, welche zwischen den Spiralröhren liegen und mit diesen das Holz darstellen. Der mit Spiralröhren versehene Theil des Holzstranges bildet einen, etwas ellipsoidisch zusammengedrückten breiten Ring, und in diesem sind die Spiralröhren sehr regelmäfsig radial gestellt; der ganze elliptische Raum im Inneren dieses Ringes ist aber mit den blofsen Holzzellen gefüllt, welche in ihrer Structur die gröfste Aehnlichkeit mit den Baströhren zeigen und sich von diesen eigentlich nur durch geringere Länge unterscheiden, wefshalb ich dieselben auch

mit dem Namen des kurzen Pleurenchym's bezeichnet habe. Der Holzring in der Mitte jenes Gelenkes wird unmittelbar durch einen ungefärbten, ziemlich breiten Saum umfafst, welcher aus sehr dickhäutigen aber weichen Zellen besteht, wovon die dem Holze zunächst liegenden kleinere Oeffnungen zeigen, als die, welche den Rand des Saumes bilden. Der Längenschnitt, der durch die Substanz dieses Saumes geführt wird, zeigt, dafs diese Zellen die unmittelbaren Fortsetzungen der Baströhren sind, und dafs die Baströhren in ihrem ganzen Verlaufe durch die Gelenkanschwellung eine ganz eigenthümliche Structur zeigen. Während die Wände der Baströhren in den Holzbündeln der Blattstiele ganz glatt sind, und nur hie und da einige kleine Tüpfel in der Substanz ihrer festeren Membranen zeigen, so sieht man, dafs dieselben fast augenblicklichst, wenn sie in die Gelenkanschwellung eintreten, ihre bisherige Glätte und Festigkeit verlieren, dagegen aber weichere und etwas dickere Wände zeigen, welche auf den gut geführten Längenschnitten ein eigenthümlich wellenförmiges Ansehen zeigen, fast wie Muskelfasern, die unter dem Mikroskope durch Galvanismus gereizt werden. Ich blieb lange zweifelhaft über die Ursache dieses wellenförmigen Ansehens der Baströhren, und es wäre möglich, dafs ich dieselbe auch gegenwärtig noch nicht ganz richtig aufgefunden hätte; ich empfehle jedoch, dafs man sich bei Untersuchung dieses Gegenstandes nur der ausgezeichnetsten Instrumente bediene. Es scheint mir, dafs das wellenförmige Ansehen der Wände dieser Baströhren durch eine grofse Menge von grofsen Tüpfeln erzeugt werde, und dafs durch eine solche Structur die Bewegungen der dazu gehörigen Theile, sowohl nach der einen, als nach der entgegengesetzten Seite gar sehr erleichtert werden. Wären die Tüpfel in den Wänden dieser Baströhren nicht vorhanden, so würden die Baströhren der einen Seite stets denen der entgegengesetzten Seite bedeutende Spannung entgegensetzen, was aber durch die vielfachen Durchbrechungen vermitttelst der Tüpfel vermieden wird. Diese

Tüpfel sind allerdings etwas verschieden von den gewöhnlichen Tüpfeln der Baströhren, sie bestehen mehr in kleinen linsenförmigen Vertiefungen der Zellenwände. Schliefslich ist noch zu bemerken, dafs diese, eigenthümlich modificirten Baströhren einen vollkommen geschlossenen Ring rings um den geschlossenen Holzring bilden, der in der Mitte des Gelenkes verläuft.

Die Bastschicht wird endlich durch die dicke grüngefärbte Zellenmasse umschlossen, welche die eigenthümliche Wulst bildet, womit die Gelenkanschwellungen versehen sind. Dieses Zellengewebe besteht in einer Anhäufung gewöhnlicher regelmäfsiger Parenchym-Zellen, deren Wände weich aber von auffallender Dicke sind; sie sind ziemlich überall von gleicher Gröfse, nur die der Epidermis und der dicht darunter liegenden Schicht sind etwas kleiner, straffer und fester mit einander vereinigt. Zwischen diesen Zellen der inneren Schichten finden sich viele und ziemlich erweiterte Intercellulargänge, wodurch die Zellen, bei einer Beugung des in der Mitte durchlaufenden Holzbündels sehr bedeutend zusammengeprefst werden können. In den Wänden dieser Zellen sieht man einzelne Tüpfel, wie es auch in anderen ähnlichen Fällen vorkommt, aber nirgends ist eine Spur wahrzunehmen, aus welcher man unmittelbar auf ein Contractionsvermögen der Wände dieser Zellen schliefsen könnte. Der Inhalt dieser Parenchym-Zellen der Gelenke ist sehr ausgezeichnet, und dieses veranlafste auch Herrn Dutrochet gerade hierin das Nervenmark zu suchen, welches die Ursache der bekannten Bewegungen sein sollte. Man findet nämlich in diesen Zellen einige grüngefärbte Zellensaft-Kügelchen, so wie auch hie und da etwas grüngefärbte Schleimmasse, welche den Wänden der Zellen anhängt; aufserdem findet man aber, dafs die einzelnen Zellen, wenigstens gröfstentheils, mit grofsen Oeltröpfchen gefüllt sind; in jeder Zelle ist ein einzelnes Tröpfchen zu finden, welches fast $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ der Zellenhöhle füllt und etwas gelbgrün gefärbt ist; einige Versuche schienen zu zeigen, dafs diese Tröpfchen aus

einem fetten Oele bestehen. Mitunter treten gleich neben dem Tröpfchen kleine Kügelchen auf, ja zuweilen vertreten die Kügelchen die Stelle des Oeltröpfchen und bestehen dann aus Amylum.

Es ist in der That eine ganz eigenthümliche Structur, welche uns diese Gelenkanschwellungen der sensibeln Pflanzen zeigen; schon äufserlich zeichnet sich die Form derselben sehr bestimmt aus und in ihrer ganzen Länge besitzen sie bei dergleichen Pflanzen, welche eine ähnliche Bewegung zeigen wie die Mimosen u. s. w., eine sehr auffallende Geschmeidigkeit, so dafs sich, sobald die Reizbarkeit erloschen ist, das ganze Gelenk nach allen Seiten hin drehen und beugen läfst, wovon weder unterhalb noch oberhalb des Gelenkes etwas zu finden ist. Im Zustande der Contraction zeigt sich allerdings sehr bedeutende Festigkeit, dieselbe erlöscht jedoch bei der Sinnpflanze sehr bald, wenn man z. B. den Ast oder den ganzen Stengel derselben an einem heifsen Sommertage abschneidet, dann kann man ohne alle Gewalt dieses Gelenk nach allen Seiten hin drehen und wenden. Untersucht man das Gewebe dieser Gelenke, wenn sie sich gerade im contrahirten Zustande befinden, so sieht man, dafs die äufseren Schichten jener dicken Parenchymmasse an den contrahirten Seiten so unregelmäfsige Falten zeigen, dafs man daraus auf eine blofse mechanische Zusammenpressung desselben schliefsen zu können glaubt, dafs also dieses Parenchym dabei gänzlich unthätig ist, und dafs die Ursache der ganzen Niederbeugung eines solchen Blattstieles in der Beugung des Holzkörpers zu suchen ist. Man hat gesehen, dafs das Parenchym dieser Gelenke bei der Contraction, oder eigentlich auf der gekrümmten Seite eine dunkelere Farbe annimmt, und man glaubte hierin etwas sehr Wichtiges gesehen zu haben, doch die Erscheinung ist zu natürlich, als dafs darüber noch so oft gesprochen werden dürfte. Gleich über die Grenze des Gelenkes hinaus nehmen die Holzbündel einen ganz anderen Verlauf an; wir sehen bei der Mimosa pudica, dafs auf dem Querschnitte des Blatt-

stieles zuerst zwei einzeln verlaufende Holzbündel in die Augen fallen, welche gerade in den beiden hervorspringenden Kanten der oberen Fläche desselben liegen, und dann finden wir einen grofsen und unregelmäfsigen Kreis, der aus Baströhren besteht, in welchem 4 getrennt stehende Spiralröhrenbündel sichtbar sind, zwischen welchen ein grofsmaschiges Parenchym gelagert ist, das zugleich das Innere dieses Kreises ausfüllt.

Einige Beispiele mögen hinreichend sein zu zeigen, dafs die Structur in den Gelenken der Pflanzen mit unbeweglichen Blättern sehr bedeutend verschieden ist. Die Querschnitte aus dem Gelenke des gemeinsamen Blattstieles der Robinia Pseudacacia zeigen zwar ebenfalls, dafs die Holzbündel zu einem vollkommen geschlossenen Ringe vereinigt sind, welche äufserlich durch einen geschlossenen Ring von Baströhren umschlossen werden; die Breite des Holzringes ist hier sehr bedeutend gröfser, als im Holzringe der Mimosa pudica, und das umfassende Parenchym ist viel geringer als in der Gelenkanschwellung der Mimose. Der wichtigste Unterschied liegt aber darin, dafs bei der Robinia in der Mitte des Holzringes eine Partie von parenchymatischem Zellengewebe vorkommt, welches darin wie das Mark im Stamme auftritt; bei der Mimosa ist hiervon im Gelenke keine Spur. Im Gelenke des gemeinschaftlichen Blattstieles der Acacia Lophanta ist diese Parenchymmasse im Inneren des Holzringes noch bedeutend gröfser, als bei der Robinia, und aufserdem treten hier die Holzbündel in dem Holzringe durch gröfsere Markstrahlen getrennt auf.

In der soeben gegebenen Beschreibung über die Structur der Gelenke beweglicher Blätter, findet man keine besonderen Saftgefäfse erwähnt, und dennoch spricht Herr C. H. Schultz nur von Lebenssaftgefäfsen, welche die Bewegungen in jenen Gelenken veranlassen sollen; ich kann aber nach sehr häufigen Untersuchungen dieses Gegenstandes nochmals versichern, dafs diese Lebenssaftgefäfse, welche Herr Schultz leider überall zu sehen glaubt, daselbst

gar nicht vorhanden sind, was derselbe dafür hält, das sind die Baströhren, welche bei diesen Gewächsen so strotzend sind, dafs ihr Inhalt nach erfolgter Verletzung ausfliefst. Dieser ausfliefsende Saft bei der Mimosa pudica ist anfangs ungefärbt, wasserhell und ohne Kügelchen, wird aber, sobald er einige Zeit mit der Luft in Berührung kommt, gelb und gelbbraun gefärbt, wie es ja bei den Mimosen ganz allgemein ist.

Diesen Saft sah auch Herr Dassen nach Verwundung der Gelenkansehwellungen ausfliefsen, und in ihm will er das Mittel erkennen, durch dessen Anhäufung die Bewegung der Blätter erfolge. Das Zellengewebe der Anschwellung vergleicht er mit der tela erectilis der Thiere (l. c. pag. 307.), welches eben durch Eindringen jenes Saftes angeschwellt wird und dadurch das Blatt bewegt. Mir erscheint diese Ansicht nicht nur ziemlich grundlos, sondern es läfst sich sogar beobachten, dafs jener gelbliche Saft nicht in den Zellen der sogenannten angeschwollenen Knoten vorkommt. Die Bewegung geschieht so schnell, dafs der eingedrungene Saft wohl noch unverändert aufzufinden sein müfste, was aber nicht der Fall ist.

Herr Dassen stellt überhaupt die Ansicht auf, dafs die Bewegung der zubereiteten Säfte als die Grundursache aller jener Bewegungen der Pflanzenblätter anzusehen sei, indem sie die Bewegungswerkzeuge in Thätigkeit bringen; die Versuche, welche derselbe, im neunten Capitel seiner Schrift, zur Begründung dieser Ansicht beibringt, sind nach meiner Ansicht hierüber ganz unentscheidend, ja ganz anders zu erklären, als es Herr Dassen that. Indessen wie kann man glauben, dafs die Bewegung eines Saftes, ganz besonders ein Eindringen desselben aus den Baströhren in das umgebende Parenchym die Ursache der Zusammenziehungen der Mimosen-Blätter ist, wenn man sieht, dafs dieses augenblicklichst geschieht, sobald man in den Stamm einer kräftigen Mimose einschneidet; wollte man hier eine Stockung des herabsteigenden Saftes annehmen, so müfste diese Stockung offenbar gerade auf

der unteren Seite der Blattstiele eintreten, und es könnte sich alsdann das Blatt nicht herabsenken u. s. w.

Die Ansichten des Herrn Dutrochet, welche derselbe über die nächste Ursache der Bewegungen bei der Sinnpflanze aufgestellt hat, haben wir schon früher pag. 487 kennen gelernt, als von der Ursache des Pflanzenschlafes die Rede war.

Von der Bewegung der Blätter einiger anderer Leguminosen und einiger Oxalideen.

Wir haben im Vorhergehenden die merkwürdigen Erscheinungen kennen gelernt, welche der Mimosa pudica die Benennung der Sinnpflanze verursacht haben, und werden im Folgenden noch eine Reihe von anderen Pflanzen kennen lernen, welche dergleichen Erscheinungen, wenngleich auch weniger deutlich darbieten; zuerst sind hier die vielen Arten der Gattungen Mimosa, Aeschinomene und Desmanthus aufzuführen, wovon Mimosa sensitiva wiederum die berühmteste ist, dann sind Mimosa viva L., M. Casta L., M. asperata L., M. quadrivalvis L., M. pernambucana L., M. pigra L., M. humilis Humb., M. pellita und M. dormiens Humb., als weniger reizbar zu nennen. Die Mimosa speciosa Jacq. ist nach Nocca's Beobachtungen ebenfalls sehr reizbar*). Aeschinomene sensitiva, Smithia sensitiva Ait. sind ebenfalls als sehr reizbare Pflanzen bekannt geworden, und auch Aeschinomene indica L. und A. pumila, so wie Desmanthus stolonifer De C. D. triquetris De C. D. lacustris De C. u. s. w., werden als solche aufgeführt, und die Zahl derselben möchte sich sehr leicht vermehren lassen, wenn man dergleichen Pflanzen in unseren Gewächshäusern noch wärmer halten und mit mehr Sorgfalt beobachten wollte. Diese Bewegungen sind freilich weniger auffallend und oft so langsam, daſs man sich nicht die Zeit nehmen kann dieselben zu verfolgen, doch alle diese Pflanzen zeichnen sich dadurch auſserordentlich aus, daſs sie

*) S. Roemer Neues Magazin für die Botanik. I. pag. 153.

die Erscheinungen des Schlafes viel auffallender zeigen als andere, und wie innig diese Erscheinungen mit denen bei reizbaren Pflanzen im Zusammenhange stehen, das haben wir schon an mehreren Orten angedeutet. Ja Herr Mohl*) wagt sogar in einer sehr interessanten Abhandlung den Ausspruch, dafs der Mangel an Reizbarkeit, den wir bei der bei weiten gröfsten Mehrzahl der Gewächse beobachten, nur scheinbar ist, dafs das parenchymatöse Zellgewebe im Allgemeinen mit Reizbarkeit begabt ist, welche jedoch oft durch Starrheit u. s. w. unterdrückt werde. Er theilt hierauf einige Beobachtungen über die Reizbarkeit der Blätter von Robinia Pseudacacia, viscosa und hispida mit, welche Herr Autenrieth entdeckt hat; auch war schon früher die Reizbarkeit der Blätter von Robinia Pseudacacia in Folge gewisser Veränderungen der Luft durch Oehme**) beobachtet. Wenn man Zweige dieser Pflanzen bei Tage recht schüttelt, so biegen sich die Fiederblättchen nach Unten zurück und nehmen diejenige Lage an, welche sie bei der nächtlichen Stellung der Blätter zeigen, doch erstreckt sich hier die Bewegung nur auf die Fiederblättchen und nicht auf die Blattstiele. Das Zusammenlegen der Fiederblättchen bei den Robinien geschieht sehr langsam und erst nach einigen Minuten sieht man die Veränderung in der Stellung derselben; auch dauert es wieder eine Viertelstunde und darüber, bis die Blättchen wieder ihre ausgebreitete Lage annehmen. Herr Mohl fand aber auch, und ich kann es ziemlich vollständig bestätigen, dafs die Zusammenfaltung der Blättchen jener Pflanzen nicht erfolgt, wenn man den Versuch an solchen Exemplaren macht, welche unmittelbar der Sonne ausgesetzt stehen. Ich glaube dafs hier die Reizbarkeit durch diejenige Kraft überwunden wird, mit welcher die Blättchen ihre obere Fläche der Sonne zukehren. Auch bei Gleditschia triacantha sah ich

*) Ueber die Reizbarkeit der Blätter von Robinia — Flora von 1832. pag. 497. etc.

**) Beschäftig. d. Berlin. Gesellsch. naturforschender Freunde. Bd. II. pag. 88.

einige Zusammenfaltung der Blättchen erfolgen, nachdem ich die Aeste stark geschüttelt hatte, andere Reize wirkten aber auch hier, wie bei den Robinien gar nicht.

Die Familie der Oxalideen zeigt uns ähnliche auffallende Fälle von reizbaren Pflanzen, wie die der Leguminosen; die Erscheinungen des Schlafes und des Erwachens der Blätter sind bei den Oxalideen ebenso allgemein zu finden, wie bei den Leguminosen, ja es hält bei den Oxalideen noch viel schwerer, diese periodischen Bewegungen der Zeit nach abzuändern, wie wir es schon pag. 481 kennen gelernt haben. Als reizbare Pflanzen dieser Familie werden angegeben Oxalis sensitiva L., Averrhoa Bilimbi und A. Carambola L.

Die Oxalis sensitiva L. (Biophytum sensitivum De C.) die ich selbst lebend nicht gesehen habe, scheint wenigstens eben so reizbar zu sein, als die Mimosa pudica. Nach Rumph's*) Mittheilungen legen sich die Blättchen der doppelt gefiederten Blätter dieser Pflanze nach Unten zusammen, also ganz so wie es bei den Oxalideen überhaupt der Fall ist. Die Erscheinungen des Schlafes und Wachens zeigt diese Pflanze eben so auffallend, wie die Sinnpflanze, und haben sich die Blättchen derselben bei Tage horizontal ausgebreitet, so werden sie ebenfalls schon durch bloſse Erschütterung des Bodens zum Zusammenziehen gereizt. Um Mittagszeit legen sich die Bättchen schon bei dem bloſsen Anhauchen zusammen, und an regnigten und stürmischen Tagen öffnen sich die Blätter gar nicht.

Von Buch zu Buch verbreitet man die Angabe, daſs die Blätter der Carambol-Kirsche reizbar sind. R. Bruce**) erzählt von der Averrhoa Carambola L., einem ostindischen Baume mit gefiederten Blättern, die den Tag über horizontal stehen, aber ihre Stellung fortwährend verändern. Die Blätter dieser Pflanze senken sich nieder, sobald man sie an ihrem Stiele berührt oder diesen durch ein Brenn-

*) Herbac. Amboin. V. pag. 302. tal. 104. f. 2.

**) Philos. Transact. 1785. pag. 356.

glas reizt. Unser ausgezeichnete G. R. Treviranus *) machte schon früher die Bemerkung, dafs Loureiro, der die Averrhoa Carambola vielfach zu beobachten Gelegenheit hatte, diese Bewegungen der Blattstiele nicht erwähnt, daher zu vermuthen wäre, dafs die von Bruce angeführte Pflanze eine ganz andere sei. Herr De Candolle sagt, dafs die Blätter der Averrhoa Bilimbi bei der Berührung irritabel wären, giebt aber die Quelle zu dieser Beobachtung nicht an. Ich selbst habe sowohl in Manila, als zu Macao eine grofse Menge von kleinen und grofsen Bäumen der beiden Arten von Averrhoa täglich zu sehen Gelegenheit gehabt; in Manila hatte ich einen ungeheuren Baum der Av. Carambola auf dem Hofe meiner Wohnung, und zu Macao befanden sich in dem berühmten Garten des Herrn Biel, der von jedem Reisenden erwähnt wird, sehr viele Exemplare dieser beiden Pflanzen, und zwar junge und alte, welche ich oft genug gezwickt habe um mich zu überzeugen, dafs die Blattstiele dieser Pflanzen nicht irritabel sind. Auch Herr Biel lächelte, als ich ihm jene Angabe mittheilte. Die Blätter der Averrhoen zeigen aber Nachts und ebenso bei sehr schlechtem Wetter die zusammengefaltete Stellung, und Exemplare welche man längere Zeit nach dem Abschneiden liegen läfst, falten ebenfalls die Blättchen zusammen; zu einer Senkung des Blattstiels ist jedoch die Organisation der Basis derselben gar nicht geschaffen.

In neueren Zeiten hat man noch Oxalis dendroïdes Kunth, O. mimosoïdes A. St. Hil. O. Blumei Zucc. Ox. casta, somnians und dormiens Mart. et Zucc. und Oxalis Reinwardtii Zucc. als reizbare Pflanzen kennen gelernt. Aber nicht nur Oxalideen mit gefiederten Blättern zeigen diese Erscheinungen, sondern auch solche mit dreizähligen Blättern; so haben wir die Oxalis fruticosa, welche in der Nähe von Rio de Janeiro wächst, durch Raddi kennen gelernt, welche gegenwärtig auch in unseren botanischen Gärten wächst ,aber leider selten zu einer üppigen Ent-

*) Biologie etc. V. pag. 220. 1818.

wickelung gelangt. Dieses niedliche Gewächs hat in unseren Gärten gewöhnlich nur Blattstiele, welche blattartig ausgebreitet und lanzettförmig gestaltet sind, die jüngsten dieser Blattstiele entwickeln mitunter ein gewöhnliches dreizähliges Oxalis-Blatt, wobei die einzelnen Blättchen eyförmig sind und das mittlere einen besonderen Blattstiel zeigt. Diese kleinen Blättchen sind, wenn die Pflanze in gehörig warmer und feuchter Luft üppig vegetirt, schon bei der leisesten Berührung reizbar, sie legen sich alle drei sogleich nach Unten zusammen, ganz so, wie es die Oxalis-Blätter bei der nächtlichen Stellung zeigen. An den älteren Blättern zeigt sich keine Reizbarkeit mehr. Leider ist diese Pflanze noch zu selten, um weitere Untersuchungen über dieselbe anstellen zu können.

Von den Bewegungen der Dionaea Muscipula.

Eine andere Pflanze, welche durch ihre Bewegungen grofse Berühmtheit erlangt hat, ist die Venus-Fliegenfalle (Dionaea Muscipula Ellis.) Wir erhielten die Beschreibung und Abbildung dieser merkwürdigen Pflanze im Jahre 1769 durch J. Ellis*) dem die Pflanze von Philadelphia aus zugeschickt worden war. Die Venus-Fliegenfalle ist ein perennirendes krautartiges Gewächs aus den Brüchen von Nord-Carolina, sie besitzt zahlreiche saftige Wurzelblätter, welche im Kreise gestellt sind. Diese Blätter sind sehr eigenthümlich gebaut; der Blattstiel ist geflügelt und beinahe herzförmig und an dem Mittelnerven, welcher aus dem herzförmigen Einschnitte hervortritt, ist das eigentliche Blatt befestigt. Dieses Blatt besteht aus zwei gleich grofsen Lappen von etwas ovaler Form, die sich auf beiden Seiten der Mittelnerven ausbreiten, so dafs dadurch am oberen Ende ein tiefer Einschnitt zwischen diesen beiden Lappen entsteht. Herr Dassen hält diese Lappen für unvollkommen ausgebildete Blätter, wodurch dann

*) Beschreibung der Dionaea einer merkwürdigen empfindlichen Pflanze. In einem Schreiben an den Ritter v. Linné. Uebers. v. Schreber. 2te Aufl. Erlang. 1780.

die Blätter dieser Pflanze dem Wesentlichen nach zu den gefiederten gehörten, eine Annahme, welche nur durch die anatomische Untersuchung derselben bestätigt oder beseitigt werden kann, wie wir es etwas später sehen werden. Die convexen Seitenränder dieser Blattlappen sind mit grofsen, der Reihe nach gestellten Borsten besetzt, welche zu der oberen Fläche des Blattes in einem etwas stumpfen Winkel aufgesetzt sind. Die gröfsten Blätter, welche Herrn W. Young, dem ersten Uebersender der lebenden Venus-Fliegenfalle nach England, vorgekommen, waren ungefähr drei Zoll lang und, quer über die Lappen gemessen, $1\frac{1}{2}$ Zoll breit.

Dieses aus zwei gegenüberstehenden Lappen zusammengesetzte Blatt der Venus-Fliegenfalle hat das Eigenthümliche, dafs es sich nach Oben zusammenfaltet, wenn es in der Mittellinie der oberen Fläche gereizt wird, und bei diesem Zusammenklappen legen sich die Borsten, welche wie Wimpern die Ränder einfassen, über Kreuz zusammen. Da diese Bewegung schon dadurch veranlafst werden kann, dafs ein Insekt, von der Gröfse unserer Fliegen über die Mittellinie des Blattes fortläuft und dann von den, sich schnell zusammenlegenden Blattlappen eingeschlossen wird, so hat die Pflanze hievon den Namen der Fliegenfalle erhalten, ja schon Ellis und neuerlichst noch Herr Curtis*) haben sogar die Ansicht ausgesprochen, dafs sich die Pflanze des vorher beschriebenen Organes, als ein Mittel bedient, um sich Insekten zur Nahrung zu fangen. Herr Curtis fand nämlich, dafs die gefangene Fliege in einer schleimigen Substanz eingehüllt war, welche als ein auflösendes Mittel auf dieselbe zu wirken schien; aber diese Zumuthung, dafs sich die Dionaea Muscipula die Fliegen zur Nahrung fange, ist in der That etwas stark, und was die Flüssigkeit betrifft, welche Herr Curtis um die gefangene Fliege beobachtete, so liefse sich dieselbe ganz hinreichend durch die Transpiration des geschlossenen Blattes erklä-

*) S. Meyen's Jahresbericht von 1837. pag. 158.

ren. Ellis sagt noch bei seiner Beschreibung der Venus-Fliegenfalle, dafs viele kleine rothe Drüsen die Oberfläche des Blattes bedecken, welche vielleicht einen süfsen Saft absondern, der den Insekten zur Lockspeise dient.

Ich habe im hiesigen botanischen Garten die Gelegenheit gehabt 4 verschiedene Exemplare der Dionaea zu beobachten, und bin zu der Ueberzeugung gelangt, dafs diese Pflanze selbst in unseren warmen Gewächshäusern wohl niemals Fliegen fangen wird, denn die Zusammenziehungen der beiden Lappen geschehen lange nicht schnell genug. Bei uns zeigen sich überhaupt nur die jüngeren Blätter durch hohe Reizbarkeit aus, und wenn sie vollkommen ausgewachsen sind, bewegen sich die Lappen nicht mehr, sondern stehen zu einander in einem Winkel von 45—60 Grad. Die jungen Blätter werden dagegen nicht nur durch äufsere Reize zur Bewegung veranlafst, sondern sie zeigen auch die tägliche periodische Erscheinung des Schlafens und des Erwachens; gegen Abend legen sich die beiden Blattlappen aneinander, und an trüben Tagen habe ich gesehen, dafs sich diese Blätter selbst um Mittagszeit noch gar nicht geöffnet hatten; die alten Blätter dagegen, welche das Vermögen, sich auf äufsere Reize zusammenzulegen, schon verloren haben, zeigen auch keinen Schlaf.

Die Reizbarkeit der Blätter der Fliegenfalle ist in der That sehr grofs; die zarteste Berührung der oberen Blattfläche im Verlaufe des Mittelnerven ist hinreichend, um sogleich die Zusammenlegung derselben zu bewirken, und da die Lappen der jungen Blätter wohl selten in einem gröfseren Winkel als 60, 70 bis 80 Grad auseinander stehen und die Wimpern auf den Rändern dieser Lappen ebenfalls noch nach der oberen Fläche zu gerichtet sind, so wird es gerade dadurch erklärlich, dafs bei der Zusammenfaltung dergleichen schnellfliegende Insekten, wie Fliegen gefangen werden können. Dergleichen Reize, die auf den Flächen der Lappen angebracht werden, bewirken kein Zusammenlegen, doch habe ich leider keine Gelegenheit gehabt mit dieser Pflanze weitere Untersuchungen anstellen

zu können. Man erzählt, dafs die gefangenen Insekten so lange eingeschlossen bleiben, bis sie sich ganz ruhig verhalten oder absterben, denn jede Bewegung derselben bewirkt einen neuen Reiz, wodurch die Lappen immer wieder von Neuem angeregt werden sich zusammenzuziehen.

Die genauere anatomische Untersuchung der Blätter der Dionaea giebt leider ebenfalls noch keinen grofsen Aufschlufs über die Bewegungen derselben. Die Blätter sind von saftiger Substanz, und besonders ausgezeichnet sind die beweglichen Lappen durch ihre eigenthümliche Sprödigkeit, welche so bedeutend ist, dafs man sie sogleich zerbrechen würde, wollte man sie einigermafsen auseinander ziehen. Der blattartig ausgebreitete Blattstiel ist auf beiden Seiten reich mit Spaltöffnungen versehen, dagegen sind dieselben sehr selten auf dem beweglichen Blatte, und hier wieder am seltensten auf der oberen Blattfläche. Sehr eigenthümlich ist dagegen die Bekleidung der Blattflächen; die beiden Flächen des blattartig-ausgebreiteten Stieles, so wie das kurze Endchen, welches als besonderer Blattstiel zur Befestigung des beweglichen Blattes dient, sind mit einer sehr grofsen Anzahl von niedlichen sternförmigen Schuppen bekleidet, welche, mit der einfachen Loupe betrachtet, als kleine bräunlich gefärbte Höcker auftreten. Diese sternförmigen Schuppen haben einen sehr niedlichen Bau und ähneln denen auf der unteren Blattfläche der Olivenblätter; sie zeigen 6, 7 bis 8 strahlig auslaufende plattgedrückte Härchen, welche um einen Kreis gestellt und mit den Seiten ihrer Basis verwachsen sind. Der Kreis in der Mitte dieser Strahlen wird entweder von einer einzelnen plattgedrückten kreisförmigen Zelle gebildet, oder er besteht aus zwei Zellen, welche zusammen eine Kreisform ausmachen und mit dem einen Ende aus der Schicht der Epidermis - Zellen hervorwachsen. Diese Schuppen sitzen also gleichsam wie sternförmige Schildchen auf der Oberfläche, indem die in der Mitte liegende Zelle zugleich den Stiel bildet; sie ist es auch, welche aus der Schicht der Epidermis, ähnlich einem gewöhnlichen Härchen her-

vorgewachsen und zur Seite die übrigen Zellchen gebildet hat, welche sich später strahlenförmig in der Fläche ausgedehnt haben.

Die innere Fläche der beiden beweglichen Lappen des Blattes ist dagegen mit einer sehr grofsen Anzahl von niedlichen Drüsen besetzt, welche dem Blatte, wenn man es mit der Loupe betrachtet, ein punktirtes Ansehen geben. Diese Drüsen gehören zu denjenigen, welche wir im 2ten Theile dieses Buches mit dem Namen der scheibenförmigen bezeichnet haben; sie sind von gleicher Struktur mit denjenigen, die am Hopfen und auf den Blättern von Ribes nigrum vorkommen, nur noch etwas kleiner; über ihren Inhalt kann ich nichts mit Bestimmtheit sagen, indem ich nur ein altes Blatt zu untersuchen Gelegenheit hatte, doch kann ich wohl mit Bestimmtheit angeben, dafs diese Drüsen nicht nach Aufsen absondern, sondern den secernirten Stoff in ihrer eigenen Höhle verschlossen halten. Diese Drüsen bekleiden nicht nur die ganze Fläche der beiden Lappen, sondern auch die dornenförmigen Auswüchse, auf den Rändern der Lappen, sind bis zur Spitze hin, hie und da mit solchen Drüsen bedeckt. In dem Vaterlande der Pflanze, sollen diese Drüsen, wenn die Blätter der Sonne ausgesetzt wachsen, eine rosenrothe Farbe annehmen, und mit dieser hat auch Ellis die Dionaea Muscipula abgebildet; wächst die Pflanze aber im Schatten, so bleiben die Drüsen von grüner Farbe. An den Exemplaren, welche im botanischen Garten zu Berlin vorhanden waren, liefs sich bei jungen Blättern keine besondere Farbe dieser Drüsen wahrnehmen, die Drüsen der alten Blätter wurden aber braun gefärbt.

Die anatomische Untersuchung über den Verlauf der Blattnerven scheint zu beweisen, dafs derjenige Theil, welchen ich als den blattartig ausgebreiteten Blattstiel im Vorhergehenden bezeichnete, als das eigentliche Blatt anzusehen ist, und dafs dann jenes Blatt mit den beweglichen Seitenlappen, welches an einer Fortsetzung des Mittelnerven des eigentlichen Blattes entsteht, als ein ganz eigenthüm-

liches Organ anzusehen ist, ganz so, wie es bei dem Schlauche der Blätter von Nepenthes der Fall ist. Die schon früher erwähnte Ansicht, dafs diese Lappen als unvollkommen ausgebildete Blättchen eines gefiederten Blattes anzusehen wären, wird aber durch die Struktur des Mittelnerven gänzlich beseitigt. Das grofse Gefäfsbündel nämlich, welches aus der Fortsetzung des Mittelnerven des Blattes in das eigenthümliche bewegliche Organ hineintritt und vorher, auf dem Querschnitte, ungefähr die Form eines Hufeisens zeigte, dieses Gefäfsbündel erscheint beinahe in zwei gleich grofse Parthieen getheilt, die nur noch in der Mittellinie durch eigenthümliche langgestreckte Zellen, welche die Spiralröhren dieser Nerven begleiten, mit einander verbunden sind. Von diesen Hauptnerven gehen seitlich im rechten Winkel die Seitennerven ab, welche in paralleler Richtung zu den Rändern der beiden Lappen verlaufen; jeder dieser Seitennerven besitzt 4, 5 und 6 Spiralröhren, welche durch etwas gestreckte Parenchymzellen umschlossen werden, die einen grünlichen, etwas trüben Saft enthalten; einzelne kleine Spiralröhrenbündel laufen seitlich in spitzen Winkeln ab und bilden mit den angrenzenden Anastomosen, wobei aber immer nur ein Anlegen oder Abgehen, der Spiralröhren von einem Nerven zum andern zu sehen ist, aber niemals wahre Vereinigungen. Gegen den Rand der einzelnen Lappen hört dieser parallele Verlauf der Seitennerven auf, sie bilden hier ein niedliches netzförmiges Geflecht, das endlich bedeutend grofse Bündel zu den einzelnen dornförmigen Fortsätzen giebt, welche die Ränder der beweglichen Lappen umfassen. Sowohl die Zellen der Epidermis, wie überhaupt dieser ganzen Blattsubstanz sind den Seitennerven parallel gestreckt, wodurch sich der Bau dieses Theiles von allen nur bekannten blattartigen Organen unterscheidet.

Beidie sem rechtwinkeligten Ablaufen der Seitennerven ist die Zusammenfaltung der beiden Lappen sehr erleichtert, aber fragt man, in welchem Elementarorgan denn eigentlich der Sitz der Reizbarkeit vorhanden ist, und von

welchem aus die Zusammenziehungen vor sich gehen, durch welche alsdann die Lappen zusammenklappen, so mufs man antworten, dafs dieses noch nicht zu bestimmen ist. Wir haben gleich im Anfange kennen gelernt, dafs selbst der leiseste Reiz, der auf die Mittellinie der oberen Fläche, also gerade in der Falte zwischen den beiden Lappen, wirkt, augenblicklichst Zusammenziehungen der beiden Lappen veranlafst, und betrachten wir die Struktur dieses Theiles auf Querschnitten, so sehen wir, dafs die Gefäfsbündel, welche die Hauptnerven bilden, sehr entfernt von der Epidermis der oberen Blattfläche liegen, ja sie liegen viel näher der unteren Fläche des Mittelnerven und demnach wird das Blatt durch Berührung dieser unteren Fläche nicht gereizt, woraus man den Schlufs ziehen kann, dafs hier nicht etwa der Druck auf die Gefäfsbündel als Reiz anzusehen ist, der die Zusammenziehung der Lappen bewirkt. Jene reizbare Mittellinie auf der oberen Fläche des Blattanhanges zeigt eine Epidermis von ganz gewöhnlicher Struktur; die Zellenmembranen derselben sind etwas dick und fest, wie es auch die übrigen Theile dieses Organes zeigen; das Zellengewebe, welches unmittelbar darunter liegt und den ganzen Raum bis zu dem rinnenförmig gekrümmten Mittelnerven ausfüllt, ist zwar ziemlich grofsmaschig und zeigt eine eigenthümliche Anordnung der einzelnen Zellen, indem die kleineren in der Mittellinie liegen, und die gröfseren, welche länglich gestreckt sind, sich seitlich in Form von spitzen Winkeln anschliefsen, aber sonst ist hier durchaus nichts Abweichendes vom gewöhnlichen Baue. Die Zellen der Epidermis und der zunächst darunter liegenden Zellenschichten fand ich mit einer, etwas trüben, grüngelblichen Substanz gefüllt, die übrigen Zellen zeigten dagegen nur einzelne kleine grüngefärbte Zellensaftkügelchen und einen hellen und ungefärbten Zellensaft. Kurz man möchte bei dieser so einfachen Struktur geneigt sein anzunehmen, dafs die Epidermiszellen selbst, welche in der Mittellinie zwischen den beiden Lappen liegen, das reizbare Gewebe darstellen, das den empfange-

nen Reiz durch die angrenzenden Zellen bis zu dem Mittelnerven fortleitet, von dem aus alsdann durch Zusammenziehung der Seitennerven das Zusammenfalten der beiden Lappen erfolgt, wobei sich aber auch das, in dem Grunde der Falte liegende Zellengewebe zusammenzieht, und nicht etwa mechanisch zusammengequetscht wird, denn die Querschnitte eines zusammengefalteten Blattes zeigen durchaus keine Runzeln in den Wänden der betreffenden Zellen oberhalb des Mittelnerven.

Schliefslich noch einige Worte über die Ansicht, ob es wohl denkbar sei, dafs die Venus-Fliegenfalle die gefangenen Insekten zu ihrer Nahrung verbraucht, wie dieses schon von mehreren Botanikern vermuthet worden ist. Soviel als wir bis jetzt von den Zusammenziehungen der vegetabilischen Fliegenfalle und deren Ursache wissen, so scheint es ganz allgemein der Fall zu sein, dafs sich die Lappen jenes eigenthümlichen beweglichen Organes wieder öffnen, sobald der Reiz auf deren Mittelnerven aufgehört hat; sind demnach Insekten gefangen, und werden dieselben wirklich bis zu ihrem Tode festgehalten, so mufs sich doch die Klappe bald nach dem Absterben der Insekten wieder öffnen und es kann dann weiter nicht mehr die Rede davon sein, dafs dieselben verdauet und von der Epidermis der Lappen eingesaugt werden. Ein solcher Fall, wie ihn Herr Curtis mitgetheilt hat, wovon schon pag. 544 die Rede war, könnte dadurch erklärt werden, dafs sich die Falle in Folge trüben Wetters mehrere Tage hindurch gar nicht geöffnet hatte, worauf sich dann durch die Transspiration des Blattes so viel Feuchtigkeit ansammelte, dafs die gefangene Fliege dadurch bei der einwirkenden hohen Temperatur zum Theil in Fäulnifs überging.

Schon früher, ehe die auffallenden Bewegungen der Dionaea Muscipula bekannt geworden waren, hatte man an den Blättern des Sonnenthaues (Drosera) ähnliche Zusammenziehungen der Blätter beobachtet. Herr De Candolle*)

---

*) Phys. végét. II. pag. 868.

sagt sogar, dafs sich die Haare, welche die Blätter des Sonnenthaues bekleiden, in Folge einer Reizung auf die Blattoberfläche niederlegen. Hayne *) sagt dagegen, dafs sich die Blätter der Drosera anglica, wie die der Drosera rotundifolia und Drosera longifolia sehr langsam zusammenziehen, wenn sie in der Mitte der Oberfläche gereizt werden, was schon durch kleine Insekten bewirkt werden könne. Es scheint mir, dafs beide Angaben richtig sind, ich habe wenigstens bei Drosera rotundifolia gesehen, dafs sich die grofsen Drüsenstiele einwärts gebogen hatten, und an anderen Blättern sah ich auch, dafs sich, nach Verlauf von 8 Stunden, die Concavität der oberen Blattfläche verändert hatte, ich habe aber niemals sehen können, dafs diese Bewegungen in Folge der angebrachten Reize schnell eintraten. Jedenfalls sind diese Bewegungen bei den Blättern der Drosera rotundifolia u. s. w. sehr langsam und defshalb nicht unmittelbar zu sehen; aufserdem ist auch noch zu bemerken, dafs dieselben bei niederer Temperatur, wie im September gar nicht mehr vorzukommen scheinen, ja auch vollkommen ausgewachsene Blätter möchten nicht mehr reizbar sein. Sehr ausführlich wurde diese Erscheinung an den Blättern der Drosera rotundifolia durch Roth **) beobachtet; er setzte eine Ameise auf die Mitte des Blattes und sah, dafs sich, schon nach einigen Minuten, in Folge der heftigen Anstrengungen des Thierchens um das Blatt mit den klebrigen Drüsen zu verlassen, die Haare aus der Mitte des Blattes anfingen zu krümmen, und diesem folgten nach und nach die längeren Haare von dem Rande des Blattes; ja endlich fing auch das Blatt an sich etwas zu krümmen. Die Ameise starb schon früher als alle Haare gekrümmt waren, was ganz besonders für eine eigene Reizbarkeit dieser Blätter spricht. Diese Krümmungen gehen allerdings sehr langsam vor sich; so schlofs sich ein Blatt dieser Pflanze erst gegen 5 Uhr vollkommen, nach-

*) Getreue Darstellung etc. der Arzneygewächse. III. pag. 29.

**) Beiträge zur Botanik. I. Bremen 1782. pag. 67.

dem schon um 11 Uhr eine kleine Fliege aufgesetzt worden war, welche auch alsbald starb. Roth bemerkt schon, dafs der Grad der Reizbarkeit dieser Blätter bei verschiedenem Wetter sehr verschieden ist; bei schwüler Witterung und heifsem Sonnenschein, wenn die Safttröpfchen auf den Drüsen der Härchen am gröfsten sind, dann ist auch die Reizbarkeit der Blätter dieser Pflanze am gröfsten; der Regen scheine die Reizbarkeit der Blätter zu vermindern. Wenn ganz kleine Insekten nur die eine Seite der Blätter berühren, so werden auch nur diese Stellen zusammengezogen und der übrige Theil derselben bleibt offen.

Die grofsen Drüsen, welche die obere Fläche der Drosera-Blätter bekleiden, sondern eine so grofse Masse einer sehr klebrigen Substanz ab, und kommen kleine Insekten zwischen diese Drüsen, so werden sie festgehalten, doch habe ich gesehen, dafs sie durch ihre gewaltsamen Bewegungen, um sich wieder zu befreien, die gröfste Unordnung in der Stellung der Drüsenstiele herbeiführten, welche dabei auch gröfstentheils zusammenklebten; doch ich sah weiter keine Contraction des Blattes erfolgen.

Herr Link und R. Treviranus haben sich ebenfalls vergebens bemüht die Zusammenfaltung der Blätter der Drosera in Folge äufserer Ursachen unmittelbar zu beobachten.

Fünftes Capitel.

Von den freiwilligen Bewegungen, welche die Blättchen einiger Pflanzen zeigen.

Die auffallendsten Bewegungen, welche man bis jetzt in der Pflanzenwelt kennen gelernt hat, zeigt uns Hedysarum gyrans L., eine Pflanze aus der Familie der Leguminosen, deren Vaterland Bengalen ist; sie hat dreizählige Blätter, wovon das Endblatt sehr bedeutend gröfser ist,

als die beiden seitlich stehenden. An ausgewachsenen Exemplaren hat das unpaare Endblatt eine Länge von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll, und ist von länglich eyförmiger Gestalt. Die beiden Seitenblättchen sind dagegen an ausgewachsenen Blättern 7 bis 8 Linien lang, und ihre Gestalt steht zwischen lanzettförmig und länglich eyförmig; sie sitzen zur Seite des gemeinschaftlichen Blattstieles genau gegenüber und durch besondere Stiele befestigt, der Befestigungspunkt ist aber 3 bis 7 Linien entfernt von dem Befestigungspunkte des grofsen Endblattes. Diese kleinen Seitenblätter sind es, welche bei dieser Pflanze eine freiwillige Bewegung zeigen, durch welche dieselbe so berühmt geworden ist. Die ersten Nachrichten von dieser merkwürdigen Pflanze sind uns durch D. Pohl *) im Jahre 1779 mitgetheilt; Lady Monson, welcher man die Entdeckung dieses Gewächses zuschreibt, fand dasselbe neben Dacca in Bengalen **). Eine sehr interessante Beschreibung der auffallenden Bewegungen, welche das Hedysarum gyrans zeigt, erhielten wir im Jahre 1790 durch unsern berühmten Hufeland ***), sie ist so vollständig, dafs sich hierüber nur Weniges nachtragen läfst, und ich beginne defshalb mit Hufeland's eigener Mittheilung. Die Bewegung dieser Pflanze ist eine doppelte, die eine wird von dem Hauptstiele und dem grofsen Endblatte ausgeführt und hat ihren einzigen Grund in der Gegenwart oder der Abwesenheit des Lichtes, daher sie mit dem Schlafen und Wachen anderer Pflanzen von Hufeland verglichen wird. Diese Bewegung nannte unser berühmte Arzt die unwillkührliche, die andere aber ist die, welche in den kleinen Seitenblättchen ihren Sitz hat, von

---

*) Leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. I. pag. 502.

**) Broussonet in den Mém. de l'Acad. des scienc. de Paris en 1784. pag. 617.

***) S. Ueber die Bewegungen des Hedysarum gyrans und die Wirkung der Electricität auf dasselbe. — Voigt's Magaz. für Physik und Naturgeschichte. VI. Drittes Stück und Hufeland's gemeinnützige Aufsätze. I. 1794.

der vorigen ganz unabhängig und ohne alle äufsere Veranlassung erfolgt, daher auch den Namen der willkührlichen erhielt. Die unwillkührliche Bewegung der grofsen Endblätter besteht in einem Aufrichten und Niedersenken, und diese Bewegungen richten sich so genau nach dem verschiedenen Grade des Lichtes und der Dunkelheit, dafs man in jeder Stunde des Tages den Stand der Blätter anders findet. In den ersten Morgenstunden und an gewöhnlichen, etwas trüben Tagen stehen die gemeinschaftlichen Blattstiele im spitzigen Winkel von dem Stamme ab; sobald aber die Sonne darauf scheint, geht die Pflanze aus diesem Zustande in den der Erection über; die Blattstiele ziehen sich näher dem Stamme und die Spitze des Blattes erhebt sich immer mehr, bis das Blatt mit dem Stiele in einer geraden Ebene steht, ja die ganze Pflanze nimmt eine Richtung nach der Sonne an, so dafs sie oft einige Stunden hindurch ganz schief steht. Kehrt die Pflanze aus diesem Zustande wieder in den des Schlafes zurück, so sinken erst die aufgerichteten Blätter zurück, zugleich ziehen sich die Stiele an den Hauptstamm und zuletzt legen sich auch die grofsen Blätter mit ihrer unteren Fläche so genau dem Stamme an, dafs sie mit demselben parallel verlaufen und ihn von allen Seiten her wie mit einem Mantel umschliefsen. Die Blätter sind aber hiebei nicht etwa schlaff herabhängend, sondern ihre Gelenke befinden sich in einem so contrahirten Zustande, dafs man die Blätter nicht ohne Verletzung aufheben kann.

Im höchsten Grade der Erection, welche bei voller Mittagssonne eintritt, bemerkte Hufeland sehr deutlich eine zitternde, oft stark schlagende Bewegung der Blätter und der ganzen Pflanze. Auch Herr Alexander von Humboldt sah schon im Jahre 1794, dafs sich die gröfsern oberen Blätter beim Reize der Sonnenstrahlen bewegten und dagegen ruhten, wenn die Sonne mit Wolken überdeckt war. Seitdem ist diese so höchst auffallende Erscheinung, mehrmals beobachtet worden, und ich füge nur noch hinzu, dafs diese Bewegung nur an äufserst kräftigen und jungen

Exemplaren zu sehen ist, wenn sie in einer Temperatur, wie in Bengalen wachsen; sie verlangen 22 bis 24° R. Wärme. Wächst die Pflanze in niederer Temperatur, so kommt an ihnen die Erection der Blätter gar nicht so vollkommen zu Stande, wenn auch die Sonne recht stark scheint; die Blätter bilden dann noch immer einen stumpfen Winkel mit ihrem gemeinschaftlichen Stiele und das auffallende Erzittern zeigen sie nicht. Diese grofsen Blätter des Hedysarum gyrans sind überaus empfindlich für den Reiz des Lichtes, und ich habe mehrmals gesehen, dafs sich dieselben an heifsen Sommertagen schon früh Nachmittages senkten, wenn der Himmel durch Regenwetter verdunkelt wurde; ist aber die Temperatur, worin die Pflanze wächst, nicht hoch genug, so zeigt sie auch diese Erscheinungen niemals so entschieden und dabei äufserst langsam.

Hufeland bemerkte, dafs selbst das stärkste Mondlicht die Pflanze nicht reize, und ebenso wirke auch das stärkste künstliche Licht auf dieselbe nicht ein, indessen diese Angabe beruht auf einer zu kurzen Beobachtung, denn ich habe gesehen, dafs sich die Blätter des Hedysarum's in der dritten Nacht, in welcher ich sie dem Lichte von vier Argand'schen Lampen aussetzte, während die Pflanze bei Tage im Dunkeln eines Ofens stand, ganz ebenso aufrichteten, wie an gewöhnlichen hellen Tagen ohne Sonnenschein. Alle mechanischen und alle ätzenden Reize zeigten auf die Bewegung dieser grofsen Blätter keinen Einflufs, also verhalten sie sich in dieser Hinsicht ganz ebenso, wie die Blätter anderer Pflanzen, welche die gewöhnlichen Erscheinungen des Pflanzenschlafes zeigen.

Die willkührlichen Bewegungen, welche die Seitenblättchen des Hedysarum gyrans zeigen, sind indessen viel auffallender und Hufeland beschrieb dieselben ebenfalls ganz vortrefflich. Das eine der beiden Blättchen hebt sich langsam in die Höhe und legt sich mit der inneren Fläche an den Stiel des Hauptblattes, und sobald dieses geschehen, fängt das gegenübersitzende Blättchen an zu sinken und kommt mit der oberen Fläche nach Aufsen

zu liegen, bis sich die untere Fläche der Länge nach an den Stiel legt. Hierauf sinkt das zuerst emporgestiegene Blättchen und nachdem es sich dem Blattstiele ebenfalls nach Hinten angelegt hat, beginnt das andere Blättchen wieder zu steigen, und so geht diese abwechselnde Bewegung ununterbrochen fort; nur in der Schnelligkeit, womit sie stattfindet, zeigt sich bei verschiedenen Pflanzen, je nachdem sie verschieden alt sind und in verschiedenen Graden von Temperatur wachsen bedeutende Verschiedenheit. Je wärmer die Luft und je üppiger die Pflanze, was besonders bei grofser Feuchtigkeit der Luft erzielt wird, um so schneller zeigt sich auch die Bewegung; sie dauert fort bei Tag und bei Nacht, und stets mit gleicher Schnelligkeit, wenn Wärme und Feuchtigkeit der umgebenden Luft in demselben Grade fortbestehen. Ich habe in warmen Sommernächten an Exemplaren dieser Pflanze, welche in meiner Stube standen, durchaus keine Veränderung in der Schnelligkeit dieser Bewegungen bemerkt, ich habe aber auch nicht gesehen, dafs der unmittelbare Einflufs der Sonnenstrahlen diese Bewegungen beschleunigt. „Sie gingen, sagt Hufeland, ebenso gut in der Finsternifs als bei Tageslicht vor sich, ebenso gut wenn die Blätter, an deren Stielen die Balanzierblättchen safsen, zusammenfallen als wenn sie aufgerichtet waren, und es gab einen ganz eigenen Anblick, die ganze Pflanze schlafend und doch diese kleinen Organe in steter Bewegung, und oft mit einem merklichen Geräusche unter den sie bedeckenden grofsen Blättern hervorschnellen zu sehen.“

Ueber die Schnelligkeit dieser Bewegungen können nur Beobachtungen nach Zeitperioden richtige Begriffe geben; es ist bei uns schon sehr selten, und nur an kräftigen Exemplaren in äufserst warmer Luft zu sehen, dafs die ganze Bewegung der Seitenblättchen im Verlauf einer Minute erfolgt, und dann pflegen mehrere Minuten zu vergehen, bis sich das Blättchen zurückbewegt. Diese Bewegung ist indessen durchaus nicht ganz gleichmäfsig; oft sieht man nämlich, dafs das Blättchen stofsweise sich

erhebt und sich in einzelnen Strecken schneller, in anderen langsamer bewegt, und wie Herr De Candolle berichtet, so hat man in Ostindien gesehen dafs diese Blättchen in einer Minute bis gegen 60 ruckweise Bewegungen gemacht haben. Es ist aber durchaus nicht der Fall, dafs sich die Seitenblättchen des Hedysarum gyrans stets abwechselnd nach entgegengesetzter Richtung hin bewegen, sondern ich habe sehr oft gesehen, dafs sich beide Blättchen beinahe gleichmäfsig erhoben haben. Die Pflanze erfordert aber immer sehr viel Wärme, wenn die angegebenen Bewegungen recht auffallend schnell vor sich gehen sollen. Auch an abgeschnittenen Zweigen sah schon Broussonet und Hufeland die Bewegung der Seitenblättchen fortbestehen, und ebenso zeigt sie sich auch an kranken Exemplaren. Die Bewegung wird allmälich immer langsamer und immer seltener, je älter die Blättchen dieser Pflanze werden und endlich hört sie ganz auf, wobei alsdann dieselben eine Stellung zum gemeinschaftlichen Blattstiele in einem Winkel von etwa 45° einnehmen; dann pflegt aber auch der Schlaf der grofsen Endblätter aufzuhören und diese stehen alsdann mit den Blattstielen in einem Winkel von 120—130°.

Hufeland's Beobachtungen über den Einflufs der Electricität auf die Bewegungen der verschiedenen Blätter des Hedysarum gyrans sind sehr ausführlich und auch in diesem Punkte sind wir bis auf den heutigen Tag nicht weiter gekommen. Weder electrische Funken noch Erschütterungen wirken auf die willkührlichen Bewegungen der Seiten-Blättchen von Hedysarum gyrans, dagegen sah schon Hufeland, das das einfache electrische Band ein lebhafteres Balanziren derselben hervorrief, welches sogar noch einige Zeit hindurch fortdauerte, nachdem der electrische Einflufs aufgehört hatte. Auch ich habe diesen Versuch wiederholt und es schien mir, als wenn auch bei der, von mir angewendeten Pflanze die Bewegung der Seitenblättchen schneller wurde, doch war es nur sehr gering, was vielleicht der Pflanze zuzuschreiben war, indem dieselbe überhaupt

nicht sehr lebhaft war. Herr Alexander von Humboldt*) machte die ersten Versuche über den Einflufs des Galvanismus auf die Reizbarkeit der Pflanzen, doch dieselben waren sowohl bei Mimosa pudica, als bei Hedysarum gyrans u. s. w. ohne Erfolg; im verflossenen Sommer wiederholte ich diese Versuche an zwei recht kräftig wachsenden Exemplaren mit einer Säule von 20 Paaren (zu 1 Quad. Zoll Fläche) und ich mufs gestehen, dafs der Einflufs dieser Säule auf die unverletzte Pflanze ebenso grofs war, als der des electrischen Bades; die Seitenblättchen bewegten sich merklich häufiger, und besonders bemerkbar war es, dafs sich gleich nach Schliefsung der Kette weit mehr Blättchen in Bewegung setzten, als man vorher bemerkte. Ganz besonders beachtenswerth sind die Resultate der Hufeland'schen Beobachtungen über den Einflufs der Electricität auf die grofsen Endblätter von Hedysarum gyrans, welche man auffallend genug, so ganz vergessen zu haben scheint. Das electrische Bad, welches die Bewegungen der kleinen Seitenblättchen verstärkt, zeigte auf das grofse Endblatt keinen Einflufs, als aber dieses Blatt mit einer stark geriebenen Siegelstange andauernd berührt wurde, so erfolgte ein allmähliches Niedersinken des Blattes, wovon es sich erst nach einigen Stunden erholte. Funken, sie mochten positiv oder negativ sein, bewirkten im Augenblicke nichts, als eine leichte Erschütterung, aber wurden sie länger fortgesetzt, so sank das aufgerichtete Blatt ebenfalls nieder, und weit schneller, als vorhin, richtete sich aber auch den ganzen Tag nicht wieder auf und schlofs sich weit früher, als die anderen Blätter derselben Pflanze. Ein zusammengefaltetes Blatt, das auf diese Weise electrisirt wurde, that sich den folgenden Morgen weit später auf, erhob sich den ganzen Tag über nicht über die horizontale Stellung, und wurde das Electrisiren noch einige Tage hintereinander fortge-

*) Versuch über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. I. 1797. pag. 249.

setzt, so verlor es seine ganze Beweglichkeit und blieb zusammengezogen herabhängend bis es nach 14 Tagen gelb und welk wurde. Es wurden also auch hier dieselben Phänomene bemerkt, welche der Einflufs der Electricität auf die Blätter der Mimosa pudica zeigte.

Man sieht sehr bald, dafs diese Bewegungen der Blätter des Hedysarum gyrans durch ähnliche Gelenke vermittelt werden, als wir schon früher bei der Mimosa pudica kennen gelernt haben, aber leider sind diese Gelenke bei dem Hedysarum so äufserst klein, dafs sich hier über die feinere Structur derselben noch weniger ermitteln läfst, als bei der Mimosa. Das dreizählige Blatt des Hedysarum gyrans ist erstlich mittelst eines Gelenkes dem Stengel der Pflanze eingelenkt, dann zeigt das grofse unpaare Blatt ein besonders grofses Gelenk und auch die beiden Seitenblättchen sind dem gemeinschaftlichen Blattstiele durch ähnliche aber äufserst feine Gelenke angesetzt. Der gemeinschaftliche Blattstiel von Hedysarum gyrans ist dreieckig, die obere Fläche ist die dem Stengel zugekehrte, sie zeigt eine rinnenförmige Vertiefung. Auf dem Querschnitte zeigt der Blattstiel folgende Stellung der Holzbündel: In jeder Ecke verläuft ein einzelnes Holzbündel, dessen convexe Seite durch eine Bastschicht gebildet wird die dem Winkel des Stieles zugewendet ist, die concavere Seite zeigt die Spiralröhren und der ganze Raum im Inneren des Dreieckes, welchen die drei Holzbündel bilden, ist mit einem lockeren Parenchyme ausgefüllt. Die beiden Kanten, welche die obere concave Fläche des Blattstieles umfassen, zeigen noch zwei, ganz kleine Holzbündelchen, welche aufserhalb der convexen Seiten der beiden gröfseren liegen und aufserdem sind noch regelmäfsig wenigstens drei kleine Holzbündel, welche sehr dicht unter der Epidermis verlaufen und mit den gröfseren Bündeln alterniren. Die Basis dieses, seiner Structur nach soeben beschriebenen Blattstieles, setzt sich unmittelbar in das Gelenk fort, womit dasselbe an dem Stengel befestigt ist; es zeigt kaum die Länge einer Linie, ist auf dem Querschnitte von

ovaler Gestalt und an dem untersten Ende etwas rinnenförmig. Die Untersuchung dieses Gelenkes vermittelst der Querschnitte zeigt einmal die abweichende Structur dieses Theiles von ähnlichen Theilen anderer Pflanzen, und zweitens eine ganz verschiedene Stellung der Elementarorgane als wir sie vorher im ferneren Verlaufe des gemeinsamen Blattstieles kennen gelernt haben. Wir sehen nämlich, dafs das Gelenk mit einer ziemlich dicken Schicht von Parenchym umschlossen ist, ganz wie es die Gelenke der Mimosen zeigen; die Zellen dieser Masse sind ziemlich überall gleich grofs, nur die Zellen der umkleidenden Epidermis und die zunächst darunter liegenden sind etwas kleiner. Die Zellen sind ziemlich reich mit grünen Zellensaftkügelchen gefüllt und in vielen der einzelnen Zellen sieht man einzelne ziemlich grofse Oeltröpfchen, denen ganz ähnlich, welche in den Zellen der Gelenkwülste der Mimosa pudica vorkommen; auch fand ich an zwei Exemplaren, welche in verschiedenen Gärten gezogen waren, dafs die einzelnen Zellen grofse Krystalle von Kalkspath aufzuweisen hatten. Es treten diese niedlichen Krystalle hier so grofs und in so grofser Anzahl auf, wie sie wohl selten in anderen Fällen zu finden sein möchten. Der Holzkörper dieses Gelenkes bildet einen zusammengedrückten Ring, worin die Spiralröhren sehr regelmäfsig in radial verlaufenden Reihen gestellt sind; diejenige Seite des Ringes, welche dem Stengel zu gelegen, ist nur ganz schmal, die entgegengesetzte Seite dagegen zwei bis dreimal so breit. Der äufsere Umfang des Holzringes ist noch durch einen eigenen Ring eingefafst, der aus äufserst weichen Zellen besteht, die zuerst von sehr kleinem Lumen sind, aber immer gröfser werden, je mehr sie sich dem Parenchyme der Wulst nähern, von welchem sie sich am auffallendsten durch den Mangel an grünen Zellensaftkügelchen unterscheiden. Dieses zarte Gewebe scheint von besonderer Wichtigkeit zu sein, aber auf den Längenschnitten habe ich doch noch nichts mehr sehen können, als dafs es etwas langgestreckte wirkliche Parenchym-Zellen sind, deren

Wände wenig erhärtet sind und deren Höhle zuweilen mit einer opaken Flüssigkeit gefüllt ist. Das Auffallendste in dem Baue dieser Gelenke des Hedysarum gyrans ist aber, dafs sich die Bastmasse gerade in der Mitte des Holzringes zeigt und von bedeutendem Umfange ist; die einzelnen Baströhren sind mit dicken Wänden versehen und die übrig bleibende Höhle ist nur sehr klein. Wenn man diejenige Stelle, wo sich das Ende des Gelenkes unmittelbar in den gemeinschaftlichen Blattstiel fortsetzt, auf Längenschnitten untersucht, so findet man das schrege Verlaufen der Bastbündel, wodurch dieselben in dem Blattstiele selbst wieder getrennt und auf der äufseren Seite jedes Holzbündels zu liegen kommen. Das andere Gelenk durch welches das grofse unpaare Blatt mit der Spitze des Blattstieles in Verbindung steht, hat ganz eben dieselbe Structur wie das untere Gelenk, es ist aber bedeutend länger und in seiner ganzen Länge etwas gekrümmt; die concave Seite liegt nach Oben, die convexe dagegen nach Unten. Gewöhnlich steht dieses gekrümmte Gelenk mit dem dazu gehörigen Blatte in gerader Richtung auf dem gemeinschaftlichen Blattstiele, aber zuweilen, wenn die Blätter von dem Sonnenlichte seitlich gelenkt sind, zeigt es noch eine seitliche Drehung. Auch hier an diesem Gelenke stehen wieder die Baströhren in der Mitte, dagegen finden sie sich in dem Hauptnerven des Blattes auf der unteren Seite in Form eines Bogens, und am Rande der oberen Fläche zeigt sich nur ein kleines Bastbündel. Bei den kleinen seitlichen Blättchen bildet das Gelenk zugleich den partiellen Blattstiel, welcher von $1\frac{1}{2}$ Linie Länge ist, wenn das Blättchen die Länge von 7 Linien zeigt; wegen der grofsen Zartheit dieses Gebildes läfst sich hier noch weniger genau untersuchen, doch kann man sehen, dafs die Bastbündel gerade in der Mitte des Holzringes liegen.

Hiernach ist also die Angabe von Herrn Dutrochet*)

---

*) Mécanisme du mouvem. chez les feuilles du sain foin oscillant — Mém. p. s. a l'hist. anatom. et phys. des veget. etc. I. pag. 568.

und anderen zu berichtigen, wonach es heifst, dafs sich die Struktur der Blattstiele des Hedysarum's ganz ebenso wie bei der Mimose und der Bohne verhalte. Auch hier, wie überall sollen die Bewegungen der kleinen Blätter durch ein durch Endosmose krümmungsfähiges Zellengewebe ausgeführt werden, und durch ein durch Oxygenation krümmungsfähiges Fasergewebe, und die Gründe dafür sind folgende: Es wurde ein Blattstiel der Länge nach in zwei Theile getheilt, worauf sich diese sogleich nach Innen krümmten und die Krümmung nahm noch zu, wenn die Hälften in Wasser gelegt wurden. Hierauf wurden diese gekrümmten Hälften der Blattstiele in Zuckersyrup gelegt und sie krümmten sich nach entgegengesetzter Richtung. Noch einige dergleichen Versuche wurden angestellt, um die bekannte Lieblingsidee des Herrn Dutrochet zu bestätigen, doch glaube ich, dafs es gar nicht mehr nöthig ist auf eine Beweisführung gegen die Resultate derselben einzugehen, sondern verweise defshalb auf einige frühere Stellen dieser Abtheilung.

Es sollen auch noch einige andere Arten von Hedysarum ähnliche Bewegungen der Blätter zeigen, wie wir sie bei dem Hedysarum gyrans kennen gelernt haben, doch habe ich selbst dergleichen nicht gesehen. Hedysarum gyroides Roxb. soll sich dem Hed. gyrans noch am ähnlichsten verhalten.

Sechstes Capitel.

Von den freiwilligen Bewegungen, welche einige niedere Algen zeigen.

Da wir durch den Schulunterricht gewohnt sind anzunehmen, dafs die Pflanzen keine freiwilligen Bewegun-

gen zeigen, so waren schon die Fälle, welche im vorigen Capitel näher erörtert wurden, hohes Erstaunen erregend, aber es ist uns schon durch Adanson*) ein anderes Pflänzchen bekannt geworden, welches Bewegungen zeigt, die man mit Recht noch freier nennen darf, als diejenigen, welche wir so eben bei Hedysarum gyrans kennen gelernt haben. Adanson entdeckte eine solche Bewegung an einer Alge schon im Jahre 1753, er zählte die Pflanze zu den Tremellen, doch später ward aus dieser und anderen Arten die Gattung Oscillatoria durch Vaucher**) gegründet. In neueren Zeiten hat man diese Geschöpfe zu einer eigenen kleinen Familie gebracht, welche den Conferven zur Seite zu stellen ist. Die Oscillatorien zeigen sehr eigenthümliche Bewegungen, Vaucher glaubte an ihnen Kopf und Schwanz zu unterscheiden, und rechnete sie mit vielen anderen Botanikern, zu den Thieren, um auf diese Weise aller Rechenschaft über die Ursache dieser Bewegungen zu entgehen. Neuerlichst will Herr Corda***) in der Spitze der Oscillatorien den Sitz des Gefühls, so wie ein eigenes Verlangen aufgefunden haben, und glaubt sie defshalb ebenfalls zu den Thieren rechnen zu müssen. Ich halte die Oscillatorien für Pflanzen und habe schon pag. 443 ihre Fortpflanzung angegeben; wer da glaubt die Oscillatorien ihrer Bewegung wegen zu den Thieren zählen zu müssen, der möge nur, wie es schon Herr Link†) vor länger als 30 Jahren sagte, das Hedysarum gyrans ebenfalls dahinführen, um sich recht consequent zu zeigen; selbst Herr Ehrenberg läfst die Oscillatorien noch bei den Pflanzen.

Die Oscillatorien wachsen gewöhnlich in einer Schleimmasse gehüllt, worin das eine Ende derselben fest sitzt,

---

*) Mém. de l'Acad. des sciens. de Paris. 1767. pag. 564.

**) Hist. des Conferves d'eau douce. pag. 163—169.

***) Essai sur les Oscillatoires des thermes de Carlsbad. Tiré de l'Almanach de Carlsbad de 1836. Prague 1836. pag. 15.

†) Grundlehren pag. 262.

oft auch mit anderen Individuen verwickelt ist, während das andere Ende aus dem Rande der Schleimmasse frei hervorragt. In diesem Zustande zeigen die Spitzen der einzelnen Oscillatorien-Fäden jene auffallende Bewegung; die Spitze ist die unmittelbare Fortsetzung des Fadens, doch je nach dem Alter des Individuums ist dieselbe mehr oder weniger lang und die Substanz in derselben ist noch nicht vollkommen in Glieder zerfallen, wie es der alte Faden zeigt. Die Pflanze vermag einmal diese Spitze etwas seitlich zu krümmen, ja sogar wellenförmige Krümmungen zu ertheilen, welche sie wieder ausgleichen kann, um gleich darauf wieder andere Krümmungen zu zeigen. Diese Beweglichkeit in den Spitzen hört aber auf, sobald dieselbe nicht mehr weiter wächst und nun zur vollkommenen Ausbildung gelangt. Eine solche Spitze findet sich an beiden Enden der Oscillatorie, wenn dieselbe nämlich nicht schon auf irgend eine Weise zerstückelt ist, und nach beiden Enden hin verlängert sich die Pflanze. An einem freiliegenden Ende einer jungen Oscillatorie wird diese sich krümmende Spitze hin und her bewegt, sie legt sich bald nach der einen Seite und wendet sich bald nach der anderen Seite, und zwar in der Art, wie sich der Daumen einer Hand bei der Pronation und der Supination eines aufliegenden Vorderarmes bewegt. Liegt die Oscillatorie auf einer gröfseren Strecke frei, so zeigt sie in ihrer ganzen Länge verschiedenartige Krümmungen, bald krümmt sie sich nach irgend einer Seite so vollkommen, dafs sie eine Schlinge bildet, bald krümmt sie sich S förmig und streckt sich wieder gerade, um bald darauf wieder andere Krümmungen einzugehen. Die Bewegung bei diesen Krümmungen ist gewöhnlich ganz gleichmäfsig, bald langsamer, bald schneller, aber nicht selten geschieht sie ruckweise. Diese Zusammenziehungen und die darauf folgenden Streckungen, veranlassen mitunter eine wirkliche Ortsveränderung der Oscillatorie, und diese schon von Adanson wahrgenommene Erscheinung ist offenbar nicht von den zufälligen Krümmungen

abhängig. Trentepohl*) sah, dafs sich die Oscillatorien vorwärts und rückwärts in gerader Richtung bewegten, und dabei keine Oscillationen zeigten, und so habe auch ich an jungen freiligenden Oscillatorien die Ortsveränderung bemerkt. Herr Corda will beobachtet haben dafs die Oscillatorien, wenn sich ihnen irgend ein Hindernifs in den Weg stellt, mit der Spitze ihres Kopfes (!) hin und her suchen, um demselben auszuweichen; ich kann dieser Angabe nicht beistimmen, obgleich ich seit länger als 15 Jahren bei jeder Gelegenheit die Bewegungen der Oscillatorien beobachtet habe.

Bei sehr niederen Temperaturen, selbst bei 4° R. zeigen sich die Bewegungen der Oscillatorien eben so auffallend, als bei höheren Temperaturen; ich habe dabei keinen Unterschied wahrnehmen können, wohl aber zeigt sich die Bewegung bei Oscillatorien von verschiedenem Alter sehr verschieden; am lebhaftesten bewegen sich diejenigen, welche den Tag oder die Nacht vorher gewachsen sind, und um dergleichen zu erhalten, braucht man nur eine kleine Masse derselben auf die Oberfläche des Wassers eines Glases zu legen, worauf schon nach einigen Stunden die strahlenförmige Ausdehnung der einzelnen Fäden zu beobachten ist. Alte und ausgewachsene Oscillatorien, welche oft in sehr mannigfaltigen Formen auftreten und stets als besondere Arten beschrieben sind, bewegen sich nicht mehr.

Eine noch lebhaftere Bewegung als die der Oscillatorien, habe ich an einer anderen Pflanze beobachtet, welche ich Stigmatonema stellata nennen möchte; sie gehört zu den wenigen, welche zwischen den Algen und den Fadenpilzen zu stellen sind, ja wohl noch mit mehr Recht zu den Wasserpilzen gehören. Das Pflänzchen entstand in meiner Stube an faulenden Charen; es zeigte sich als weisse Sternchen, die an verschiedenen Stellen der Charen safsen und aus einer ganz schleimigen Substanz bestanden.

---

*) Roth's Botanische Bemerkungen etc. 1807. pag. 215.

Das Mikroskop zeigte, dafs diese Substanz aus lauter Fäden von grofser Zartheit ($\frac{1}{500}$ Millim. Durchmesser) bestand, die ungegliedert sind und in ihrem Inneren eine Menge von unregelmäfsig zerstreut liegenden Kügelchen enthalten, welche als dunkele Pünktchen durchscheinen. Diese Kügelchen sind zugleich die Sporen, denn bei der Fortpflanzung löst sich die umschliefsende Membran und die frei werdenden Kügelchen dehnen sich in lange und sehr zarte Fäden aus, welche erst nach einiger Zeit an Dicke zunehmen und dann als Röhren mit Kügelchen gefüllt auftreten. Diese feinen Fäden sind es, welche eine Bewegung zeigen, die mit dem Schlängeln der Vibrionen zu vergleichen ist; sie ist bald sehr lebhaft bald weniger lebhaft, bald mit so bedeutender Kraft, dafs durch die Bewegungen eines einzelnen Fadens ganze Haufen derselben auseinander geschoben werden.

Eine sehr merkwürdige Bewegung hat schon Herr Link*) an denjenigen Conferven entdeckt, aus welchen er die Gattung Spirogyra bildete; die schönste und bekannteste Art dieser Gattung ist Spirogyra princeps Lk. (Conjugata princeps Vauch.) an welcher Herr Link sah, dafs sich die Fäden gleich einem Pfropfenzieher gedreht hatten, doch diese Angabe ward übersehen. Herr Gruithuisen**) glaubte die Bewegung zuerst beobachtet zu haben; er sah dafs diese Conferven, wenn sie ganz regelmäfsig in ein offenes Gefäfs hineingelegt waren, schon in einigen Tagen eine sehr unregelmäfsige Lage zeigten. Sie waren alsdann unregelmäfsig gewunden, bald nach Rechts bald nach Links, bald nach Oben und bald nach Unten, und sie versuchten an den Wänden des Gefäfses, worin sie lagen, hinaufzusteigen. Gruithuisen glaubte diese Erscheinung durch die feinen Härchen erklären zu können, welche an der äufseren Fläche dieser Conferven sitzen sollten, ja Paul von

---

*) Grundlehren etc. pag. 263.

**) Nova Acta. Acad. C. L. C. Tom. XI.

Schrank*) stimmt hierin sogar bei, indem er dieselben häufig bemerkt haben will. Bei dem Allen sind diese Härchen auf der Oberfläche dieser Conferven sicherlich nicht im natürlichen Zustande vorhanden, und die Ursache ihrer Bewegungen mufs in den Fäden selbst gesucht werden.**) Die Bewegung der Spirogyra princeps ist in der That sehr auffallend; es vermag sich der ganze Faden, dessen Länge oft sehr bedeutend ist, zu einer vollkommenen Spirale zusammenzuziehen, und die Windungen einer solchen zusammengezogenen Conferve liegen dann so nahe neben einander, dafs ein Faden von 8—10 Zoll Länge oftmals bis zu einer Länge von 4—6 Linien zusammengezogen werden kann. Im Monate December, bei 12—15° R. Stubenwärme, zog sich ein Faden von 6 Zoll Länge in Verlauf von 7 Stunden ganz vollkommen zusammen. Gröfsere Wärme zeigte keine Beschleunigung der Bewegung und ebenso wenig Einflufs zeigte Kälte. Fäden die 6—8 Tage lang vollkommen im Eise eingeschlossen waren, wurden dadurch nicht getödtet, ja die Spiralform blieb ihnen, sie konnten nur mit einiger Gewalt auseinander gezogen werden, und bei dem Nachlasse dieser Gewalt sprangen die Fäden abermals zusammen, doch nicht mehr so vollkommen als früher.***) Wenn das eine Ende eines solchen

*) Ueber die Oscillatorien — Schrift. d. Akad. d. Wissenschaften zu München 1813.

**) Anmerkung. Wenn man die Spirogyren in grofser Menge in einem Gefäfse mit Wasser liegen läfst, so wird man um die Zeit, wenn sie sich durch Fäulnifs aufzulösen anfangen, sehr häufig sehen, dafs die noch nicht zerstörten Individuen auf ihrer ganzen Oberfläche mit kleinen und sehr feinen haarartigen Körperchen bekleidet sind, welche wohl zu obigen Angaben Veranlassung gegeben haben mögen; indessen diese haarförmigen Körperchen gehören nicht zur Pflanze, sondern sitzen parasitisch auf der Oberfläche derselben und sind meistens die Anfänge von jenen Organismen, welche neuerlichst zur Aufstellung einer eigenen Gruppe von Spirillenartigen Thierchen Veranlassnng gegeben haben.

***) S. meine Abhandlung über das Genus Sprogyra Lk. — Linnaea von 1827 pag. 420.

Fadens befestigt ist, so windet sich nur das freiliegende Ende, aber nicht mehr so vollkommen spiralförmig, und liegen mehrere Fäden neben einander, so geschieht die Zusammenringelung nur sehr unvollkommen und unregelmäfsig, so dafs die Masse ein so unregelmäfsiges Ansehen zeigt, wie es schon Gruithuisen beschrieb. Legt man eine grofse Masse dieser Conferven in einen flachen Teller und begiefst sie ganz mit Wasser, so wird man nach einigen Tagen sehen, dafs sich eine Menge von Fäden an dem Rande des Tellers emporheben, und 4, 5 und selbst 8 Linien hoch über die Oberfläche des Wassers steigen, sich dabei etwas kräuseln und zugleich an der Spitze dieser emporgehobenen Fäden absterben. Ich sah mitunter, dafs sich die einzelnen Fäden der Spirogyra an den Wänden der Teller bis 1 und $1\frac{1}{2}$ Zoll über die Oberfläche des Wassers hinaufgezogen hatten; ich glaubte anfangs diese Bewegung einer blofsen Attraction der Wände des Gefäfses zuschreiben zu dürfen,*) doch ich finde jetzt, dafs sich diese Erscheinung niemals bei anderen Conferven zeigt, was doch wohl der Fall sein müfste.

Diese Bewegungen der Spirogyren sind offenbar als automatische anzuerkennen; sie sind aber einfacher als die der Oscillatorien; bei diesen herrscht eine gröfsere Mannigfaltigkeit (ich möchte fast Willkühr sagen), bei den Spirogyren dagegen zeigt sich nur ein Winden zu der den Pflanzen so allgemein zukommenden Spiralrichtung.

Endlich habe ich noch an die Bewegungen zu erinnern, welche eine Menge der niedrigsten Algen zeigen, die von der Art sind, dafs man sie nicht nur als freie oder thierische Bewegungen bezeichnet hat, sondern man hat diese kleinen Gewächse sogar für Thiere erklärt, um auf diesem Wege aller Erklärung über die Ursache ihrer Bewegung überhoben zu sein.

---

*) S. Linnaea etc. II. pag. 419.

Siebentes Capitel.

Allgemeine Betrachtungen über die Ursache der Bewegungen bei den Pflanzen.

Wir haben eine grofse Reihe von Erscheinungen kennen gelernt, welche oftmals mit den Bewegungen der Thiere die auffallendste Aehnlichkeit hatten und kommen nun zur Erklärung derselben.

Empfindung und freie oder willkührliche Bewegungen hält man noch immer für die characteristischen Merkmale der Thiere und beide Erscheinungen, sowohl die Empfindungen als die willkührlichen Bewegungen, werden durch die Nerven ausgeführt, deren wirkende Thätigkeit von dem Gehirne und dem Rückenmarke ausgeht. Die thierischen Bewegungen erfolgen nicht, blofs durch Wirkungen des Reizes auf reizbare Theile, sondern, wie Herr J. Müller sagt, aus inneren Bestimmungen von nicht beweglichen Theilen, den Nerven, auf bewegliche, und alle diese Bewegungen werden durch Zwecke veranlafst, welche ein einzelnes Organ, nämlich das Organ der Seelenäufserung bestimmt, und, dieses Organ ist das Gehirn- und Rückenmark. Auch die Empfindung kommt bei den Thieren nur in demjenigen Organe zum Bewufstsein, welches den Seelenäufserungen vorsteht.

Wollen wir nun die Bewegungen, welche die Pflanzen auf so mannigfache Weise zeigen, mit jenen der Thiere vergleichen, so müssen wir auch zu beweisen suchen, dafs sie aus einem und demselben Bewegungsprincipe abzuleiten sind.

Nach einer Organisation, wie sie in den vollkommensten Thieren vorkömmt, wo Muskeln und Nerven als vollständig getrennte Gebilde auftreten, dürfen wir bei den Pflanzen nicht mehr suchen, sie haben weder Nerven noch Muskeln, welche mit den gleichnamigen Gebilden der höhe-

ren Thiere zu vergleichen wären; aber bei den niederen Thieren, als den wahren Infusorien, den Planarien u. s. w. denen man sowohl freie Bewegungen als Empfindungen zuschreiben mufs, verhält es sich ganz anders. Hier kann von getrennt auftretenden Muskeln und Nerven, wie sie bei den höheren Thieren erscheinen, nicht die Rede sein, wenngleich man auch kräftige Gründe hat, dafs auch den niedersten Thieren Nerven oder wenigstens Nervensubstanz zukommt. Aber sicherlich fehlen diesen Thieren die Centralorgane des Nervensystemes, von welchen aus das Nervenprincip verbreitet wird, die man auch als die Organe oder den Sitz des psychischen Principes ansieht, und dennoch zeigen diese niederen Thiere nicht nur freie und willkührliche Bewegungen, sondern offenbar auch Empfindung, wozu Bewufstsein erforderlich ist; ja man kann, wie schon Herr J. Müller *) sehr treffend sagt, Polypen und Würmer, wie Naiden und Nereiden selbst durch Theilung ihres Körpers vermehren, und jedes Stück derselben zeigt seinen eigenen Willen und seine besonderen Begehrungen, woraus zu folgern ist, dafs das psychische Princip in diesen niederen Thieren über einen grofsen Theil der Materie derselben ausgebreitet und mit dieser zugleich theilbar ist.

Hieraus geht nun aber auch hervor, dafs man die Ansichten über die nächsten Ursachen der willkührlichen Bewegungen und der Empfindung in den Thieren nicht immer von der Organisation der höheren Thiere ableiten darf, und dafs man auch berechtigt ist die Erscheinungen der Bewegungen, welche die Pflanzen zeigen, mit denen der niederen Thiere zu vergleichen, welche ebenso wie die Pflanzen keine besonderen Nerven, keine besonderen Muskeln und ebenfalls keine besonderen Centralorgane des Nervensystemes besitzen.

Die meisten Botaniker haben die Bewegungen, welche

---

*) Handbuch der Physiologie des Menschen. II. Abtheil. 1834. pag. 817.

die Pflanzen zeigen, von einer Reizbarkeit oder einer Irritabilität abgeleitet, welche den Pflanzen eigen sein soll; ja R. Treviranus *) kam zu dem Ausspruche, dafs die Irritabilität der Gewächse ganz den Character der thierischen Erregbarkeit zeige, nur sei das, was für die Thiere die Nerven sind, für jene das Licht, denn dieses unterhalte die Reizbarkeit der Pflanzen; andere Gelehrte haben dagegen den Ausspruch gethan, dafs die Pflanzen zwar reizbar seien, aber nicht empfindlich, etwa wie die Muskeln.

Indessen betrachten wir die uns vorliegenden Thatsachen, welche im Vorhergehenden über die Bewegungen bei verschiedenen Pflanzen speciell erörtert wurden, so werden wir zu dem Schlusse kommen müssen, dafs bei den Pflanzen ebenfalls nicht nur eine Reizbarkeit anzunehmen ist, sondern dafs auch ein bewegendes Princip in denselben vorhanden ist, durch dessen Einflufs die Bewegungen hervorgebracht werden. Ein Centralorgan, von welchem etwa diese bewegende Kraft ausgehen könnte, ist bei den Pflanzen nicht vorhanden, ja es zeigt sich, wie bei den niederen Thieren, dafs die Pflanzen getheilt werden können, und dafs die Kraft den einzelnen Theilen anhängend bleibt. Schneidet man z. B. im Juli oder im August einzelne Aeste der Sinnpflanze ab und setzt dieselben in Wasser, so erheben sie sich in einiger Zeit und zeigen wieder ihre Bewegungen, wenn man aber im September, selbst die kräftigsten Sinnpflanzen nahe der Wurzel abschneidet, so zeigen sie schon in einigen Minuten vollständige Erschlaffung und nur sehr selten gelingt es, dafs sich diese kräftigen Pflanzen im Wasser wieder erheben.

Wir haben viele Thatsachen kennen gelernt, aus welchen hervorgeht, dafs die Pflanzentheile nicht nur durch äufsere Reize zu Bewegungen veranlafst werden, sondern, dafs diese Bewegungen auch aus inneren Ursachen erfolgen; es ist aber gewifs sehr irrig, wenn man diese Be-

*) Biologie. I. pag. 295.

wegungen durch den Einflufs oder durch den Mangel des Lichtes erklären will, denn das Licht hat auf alle Bewegungen der Pflanzen nur mittelbaren Einflufs. Und darf man die Zweckmäfsigkeit der Bewegungen bei den Pflanzen läugnen, wenn man sieht, dafs sich die Geschlechts-Organe derselben auf so mannigfache Weise bewegen um die Befruchtung auszuführen. Wie darf man es wagen diese Erscheinungen als eine Folge allgemeiner Reizbarkeit erklären zu wollen, da hier in den meisten Fällen keine von Aufsen hinzutretenden Reize vorhanden sind, welche diese Bewegungen veranlassen. Ich glaube hierin noch mehr sehen zu dürfen, als blofse Bewegungen, veranlafst durch ein leitendes Princip, denn die Zweckmäfsigkeit bei den Vorgängen der Pflanzenbefruchtung ist so grofs, dafs man schon daraus auf ein psychisches Princip schliefsen darf, welches der Pflanze einwohnen mufs. Unser verehrter Hufeland sagte schon in seiner schönen Arbeit über das Hedysarum gyrans, dafs es schwer zu entscheiden sein möchte, ob die Venus-Fliegenfalle (Dionaea) bei dem Fangen der Fliegen, oder ob der Armpolyp bei dem Einfangen seiner Nahrung dabei mit mehr Verstand zu Werke gehen möchte.

Die Beobachtungen, welche ich über die Bewegungen der Sinnpflanze mitgetheilt habe, zeigen wohl zu deutlich, dafs diese Bewegungen durch eine bewegende Kraft ausgeführt werden, welche in ihrem Verlaufe verfolgt werden kann, und in mancher Hinsicht mit der motorischen Kraft der Nerven zu vergleichen ist. Bei den höheren Thieren zeigt sich die Wirkung der motorischen Nerven nur von den Centralorganen ausgehend und sich nach der Peripherie verbreitend, aber niemals rückwärts wirkend; bei den Pflanzen dagegen wird die bewegende Kraft vorwärts und rückwärts geleitet, ja sie springt, wenn sie einmal erregt ist, von dem einen Conductor auf den unmittelbar daneben liegenden über und verbreitet sich auch hier vorwärts und rückwärts, wie es diejenigen Versuche an der Sinnpflanze erwiesen, wo die Spitze eines einzelnen Fiederblättchens

verletzt wurde und der dadurch entstandene Reiz sich nicht nur über die dazu gehörige ganze Fieder rückwärts erstreckte, sondern auch auf die anliegenden Fiedern übersprang und sich in diesen vorwärts fortpflanzte. Auch diese Erscheinung wird bei der Nerventhätigkeit der höheren Thiere, wo die Nervensubstanz in einzelnen Fasern verläuft, nicht beobachtet; hier wird die Thätigkeit stets nur von den einzeln gereizten Fasern fortgeleitet und springt nie auf die daneben liegenden über. Betrachten wir aber in dieser Hinsicht diejenigen niederen Thiere, welche sich durch Theilung vermehren lassen, so werden wir wohl gleichfalls annehmen können, dafs bei diesen die bewegende Thätigkeit, welche durch irgend einen äufseren Reiz erregt wird, sich nicht nur vorwärts, sondern auch rückwärts bewegt, und um so mehr, da wir bei diesen von einer bestimmten Spitze der Centralorgane oder der Organe für das psychische Princip noch durchaus gar nichts wissen.

Herr J. Müller *) brannte die blofsgelegten Nerven der Frösche und Kaninchen mit einer Lichtflamme und sah sogleich die heftigsten Zuckungen in den dazu gehörigen Muskeln eintreten. Aehnliche Erscheinungen zeigte die Sinnpflanze, denn brannte ich ihre Stengel unfern der Wurzel, so zogen sich die Gelenke der Blattstiele in dem Stengel und dessen Aeste zusammen und die Blätter wurden dadurch gesenkt, während sich die Blättchen erhoben (S. pag. 527.), doch geschieht hier die Wirkung nicht so schnell wie bei den Thieren, sondern der bewegende Reiz pflanzt sich nach einer gewissen Regel von einem Blatte zum anderen fort. Und brannte ich das äufserste Blattpärchen eines Fieders dieser Pflanze, so pflanzte sich die durch den Reiz erregte motorische Kraft ebenfalls nach einer gewissen Regel (S. pag. 525.) rückwärts und wiederum vorwärts fort. Ja wenn die Pflanze, wie z. B. bei niederer Temperatur (15—16° R.) nicht recht reizbar ist,

*) l. c. pag. 595.

so geschieht die Fortpflanzung der motorischen Kraft so langsam, das man dabei mehrere interessante Momente wahrnehmen kann. Man sieht nämlich, dafs die Contraction der Gelenke, wodurch die Blätter niedersinken, oder die Fiederblättchen sich aufrichten, dafs diese um so langsamer erfolgt, um so weniger reizbar die Pflanze ist, ja man sieht zuweilen, dafs die Contraction allmälich und dabei immer stofsweise erfolgt, woraus man vielleicht schliefsen könnte, dafs die motorische Kraft, indem sie mit dem zu bewegenden Theile in Action tritt, noch nicht stark genug ist, um die Reizung vollständig auszuführen, dafs aber diese Kraft, wenn sie in einem Theile erst erregt ist, immer nachströmt.

So wie bei den Thieren jede Reizbarkeit durch oft und schnell aufeinander wiederholte Reizung erschöpft und wiederum durch andere Reize erhöht werden kann, so sehen wir es auch bei den Pflanzen in Hinsicht ihrer Bewegungen. Wenn man eine kräftige Sinnpflanze brennt (S. pag. 526.), so zieht sie alle ihre Blätter zusammen und bleibt oft 5, 6 bis 8 Stunden lang in diesem Zustande, und wiederholt man diese Versuche mehrmals hintereinander, sobald sich die Blätter wieder ausgebreitet haben, so pflegt schon nach dem dritten und vierten Versuche alle Reizbarkeit der Pflanze erschöpft zu sein; mir sind die meisten Sinnpflanzen nach diesem Versuche gestorben, obgleich nur einige der äufsersten Blattpärchen angebrannt waren, demnach der Tod hier nur durch zu heftige Reizung erfolgt sein kann.

Mindere Grade von Wärme sind dagegen als das vorzüglichste Reizmittel anzusehen, welches die Reizbarkeit der Sinnpflanze, wie auch aller übrigen, sogenannten reizbaren oder sensibeln Pflanzen erhöht; eine anhaltende Temparatur von 24—26° R. steigert die Reizbarkeit dieser Pflanzen zu einem hohen Grade, wobei die Fortleitung der bewegenden Kraft in Folge einwirkender Reize oft so schnell wie bei den Thieren erfolgt. Ich sah an hohen und kräftigen Sinnpflanzen, die Zuckungen der Blätter fast

augenblicklichst erfolgen, als ich die dazu gehörigen Holzbündel nahe der Wurzel und 20 Zoll von jenen Blättern entfernt mit einem scharfen Rasirmesser einschnitt. Ich habe mehrere Personen gesehen, welche solchen Versuchen beiwohnten und dabei heftig aufgeregt wurden, denn bei den dabei eintretenden Erscheinungen liegt die Annahme zu nahe, dafs die Sinnpflanze empfinde, wenn gleich es sich nicht erweisen läfst, dafs ihr Bewufstsein zukommt. Indessen, wie ich glaube, so verhält es sich bei den niederen Thieren wohl ganz ebenso, und sehen wir kräftige Sinnpflanzen in ihrem Vaterlande, welche ihre Blätter zusammenlegen, wenn die Erde, in welcher sie wachsen, etwas erschüttert wird, so wie die Polypen eines ganzen Rasens der Alcyonella stagnorum sich augenblicklichst zusammenziehen, wenn der Teller, worauf sie liegen erschüttert wird, so wird es gewifs schwer fallen, ja unmöglich sein zu erweisen, dafs die Polypen hiebei mehr Bewufstsein zeigen als die Sinnpflanzen; mir scheint es, dafs beiden ziemlich gleichviel davon zukomme. Und sehen wir, dafs sich Pflanzen und Thiere an solchen Reizen, wenn sie lange anhalten, gewöhnen können (S. pag. 481 u. 519.) so wird uns die Uebereinstimmung in ihrer sensitiven Sphäre immer klarer vor Augen treten. Die Erscheinungen des Schlafes der Pflanzen, so wie das Oeffnen und Schliefsen der Blüthen, welche wir im Vorhergehenden kennen gelernt haben, hängen nur mittelbar von dem Einflusse des Lichtes ab und sind also Bewegungen, welche aus inneren Ursachen und zweckmäfsig erscheinen, was doch nur erfolgen kann, wenn wir den Pflanzen etwas psychisches Princip zu erkennen, wodurch diese zweckmäfsigen Erscheinungen geleitet werden.

Das Hedysarum gyrans bietet ferner die merkwürdige Bewegung der kleinen Blättchen dar (S. pag.555.), welche sich ganz aus innerer Ursache, also ohne alle äufsere Reizung in beständiger Bewegung befinden; diese Bewegung wird nur durch Einwirkung der allgemeinen Lebensreize, als die Wärme befördert, und auch die galvanische Electri-

cität vermag diese Bewegungen zu beschleunigen. Die Bewegung dieser Blättchen verhält sich ähnlich der Bewegung des Herzens bei den Thieren; auch diese wird durch den Einflufs des Nervensystemes bedingt, sie ist als eine freie oder willkührliche Bewegung anzusehen, und dennoch unterliegt sie nicht dem Willen des Individuums. Wer sagt uns denn, ja wer kann es beweisen, dafs es sich mit der Bewegung der kleinen Blättchen des Hedysarum's anders verhalte?

Es giebt also thierische Bewegungen, ja es giebt Muskelbewegungen, welche dem Willen des Seelenorganes nicht unterworfen sind, und ich glaube, dafs viele der Bewegungen an Pflanzen auf eine ähnliche Weise zu erklären sind; sie erhalten ihre Veranlassung, d. h. den Reiz, welcher die Bewegung bewirkt durch eine, der Nerventhätigkeit der Thiere ähnlich wirkende Kraft, ohne dafs dabei ein freier Wille oder ein Bewufstsein der Pflanze anzunehmen nöthig ist.

Es ist in der neueren Zeit wohl sehr bestimmt nachgewiesen, dafs die Irritabilität der Muskelfaser, wie sie sich Haller dachte, nicht vorhanden ist; die Irritabilität der Muskelfaser ist vielmehr nichts weiter als deren Reizbarkeit, welche auf den Einflufs der Nervenkraft reagirt und dadurch Zusammenziehungen veranlafst, und ähnlich möchte es sich auch wohl bei den Pflanzen verhalten; dieselben zeigen eine gewisse Reizbarkeit, welche durch die Erregung einer eigenen, der Nerventhätigkeit der Thiere ähnliche Kraft zur Reaction veranlafst wird.

Die Bewegungen der Geschlechts-Organe, welche die Pflanzen bei der Befruchtung zeigen, sind schon in der That von der Art, dafs wir zur Ausführung derselben ein gewisses Reflectionsvermögen der Pflanzen annehmen müssen, wenn wir aber die freien Bewegungen der Oscillatorien und anderer niederer Pflanzen (S. pag. 564.) betrachten, so bleibt wohl nichts übrig, als diesen Geschöpfen eine Art von Willen zuzuerkennen, welcher die Aeufserung eines psychischen Principes ist, ja von den Bewegungen

der Saamen der niederen Pflanzen, so wie von den Bewegungen der Saamenthierchen, wollen wir hier noch gar nicht sprechen, denn über die Ursache deren Bewegungen ist es eigentlich noch unmöglich irgend ein Bild zu fassen.

Einer der geistreichsten Botaniker unserer Zeit, Herr v. Martius *) hat kürzlich die Annahme einer Pflanzenseele zu erweisen gesucht, eine Ansicht, welche freilich bei der gröfsten Menge der Botaniker noch keinen Eingang findet, aber Herr v. Martius ist dabei sicherlich nicht zu weit gegangen, denn er selbst macht darauf aufmerksam, wie auch die thierischen Gestalten so tief herabsinken, dafs alle Eigenschaften des Thierlebens darin erlöschen, dagegen die pflanzlichen Lebensäufserungen hervortreten; und wie umgekehrt in den höher entwickelten Pflanzenformen Erscheinungen auftreten, welche dem Thierleben angehören, als die vielfach verschiedenen Bewegungen, so bei den Pflanzen beobachtet werden. Das Thierleben und das Pflanzenleben scheinen keinesweges so scharf von einander getrennt zu sein, daher man denn auch nicht nur den Thieren eine Seele zusprechen und den Pflanzen absprechen kann. Auch das vorherrschende Wachsen und die Fortpflanzung der Gewächse scheint zu zeigen, dafs sie dem Kreise starrer Nothwendigkeit entrückt sind, und man müsse daher in denselben eine Art von Vorausbestimmung, eine Richtung auf das Ideelle, somit ein höheres Lebensprincip, eine Seele erkennen. Die Seele der Pflanzen, sagt auch Herr v. Martius ist viel einfacher, als die der Thiere, ja sie trage eine dunkele, unklare Natur an sich. Die Pflanzenseele kann aber auch nicht mit der Menschenseele, oder mit der Seele der höheren Thiere verglichen werden, sondern nur mit derjenigen der niederen und einfachsten Thiere. Man denke sich die Seele oder das psychische Princip der Planarien, Polypen, Infusorien u. s. w. dessen Dasein zu bestreiten, wahrlich keine positiven Gründe vorhanden sind, und denke sich nun das geistig belebende

*) Reden und Beiträge über Gegenstände aus dem Gebiete der Naturforschung. Stuttgart und Tübingen. 1838.

Princip einer Sinnpflanze, einer Oscillatorie u. s. w., so wird man die Annahme einer sogenannten Pflanzenseele nicht mehr lächerlich finden dürfen. Man betrachte nur den plastischen Vorgang bei der Befruchtung der Pflanzen und man wird einsehen, dafs so überaus merkwürdige Bewegungen, wie z. B. das Herabsteigen des Pollenschlauches durch den Styluscanal, der Verlauf desselben durch die Höhle des Ovarium's und der Eintritt des Pollenschlauches durch die Oeffnungen der Eyhüllen in das Innere des Nucleus, dafs dieses Bewegungen sind, welche complicirter, ja, wenn man sich so ausdrücken darf, geistreicher sind, als die Bewegungen so vieler niederer Thiere; wenigstens scheint die Bildung der Eyer bei den wahren Infusorien und einigen anderen Thieren viel einfacher ausgeführt zu werden. Ja bei Allem, was man auch von der Begattung der wahren Infusorien gesagt hat, ist es mir in mehreren Fällen sehr klar geworden, dafs die Eyerbildung derselben mit der Sporenbildung im Inneren der Conferven grofse Uebereinstimmung zeigt.

Da das Pflanzenleben gröfstentheils nur plastisch bildend erscheint, so zeigen sich auch die Aeufserungen des psychischen Principes derselben nur wenig über Wachsthumsphänomene hinausgehend, oder die wesentliche Kraft, welche die Pflanze durchdringt und die Materie nach bestimmten, der Art und Gattung vorgezeichneten Gesetzen aneinanderreiht, welche der Pflanze die Form giebt und die Thätigkeit jedes einzelnen Organes derselben bedingt; diese wesentliche Kraft kommt bei den Pflanzen nur in wenigen Fällen zu einer Ausbildung oder einer Entwickelung, dafs die Aeufserungen derselben mit den Aeufserungen des sensitiven Lebens der Thiere in Vergleich zu stellen sind, doch die Aeufserung von Absicht oder Zweck, ja selbst die Entwickelung der Mittel um Absicht oder Zweck zu erreichen, zeigt sich ziemlich allgemein im Pflanzenleben, und dieses möchte hinreichen um zu beweisen, dafs wir die Pflanzen etwas näher den Thieren zu stellen haben, als man es gewöhnlich zu thun pflegt.

Achtes Capitel.

Von der Richtung der verschiedenen Pflanzentheile.

Somit komme ich schliefslich noch zur Betrachtung derjenigen Bewegungen der Pflanzen, welche man gewöhnlich als reine Wachsthums-Erscheinungen zu betrachten pflegt, worin aber doch, wie es mir scheint, überall ein zweckmäfsig regelndes Princip zu erkennen ist, welches sich von seinen Aeufserungen durch äufsere Reize nicht ablenken läfst, und diese Erscheinungen sind folgende:

1. Die Richtung der Wurzel und des Stengels der Pflanzen.

Es ist eine allgemein bekannte Erscheinung, dafs die Pflanzen, sowohl die höheren als die niederen, nach zwei einander entgegengesetzten Richtungen hin wachsen, und zwar wächst der eine Theil nach Unten, dem Mittelpunkte der Erde zu, während der andere Theil gerade entgegengesetzt, nämlich nach Oben, der Sonne zugewendet sich verlängert; diesen pflegt man den Stengel, jenen die Wurzel zu nennen. Dieses Wachsen der Wurzeln nach Unten und des Stengels nach Oben, ist so constant, dafs es immer wiederkehrt, wenn man auch die Pflanze umkehrt und also die genannten Theile in eine entgegengesetzte Richtung bringt. Defshalb haben die Naturforscher aller Zeiten dieser so eigenthümlichen Erscheinung ihre Aufmerksamkeit gewidmet, ja man hat dieselbe, besonders in diesem Jahrhundert, vollständig erklären zu können geglaubt, während es doch noch Niemanden in den Sinn gekommen ist erklären zu wollen, wefshalb bei den Thieren das Kopf- und Schwanzende ebenfalls in entgegengesetzter Richtung gestellt ist. Man hat unendlich viel über den fraglichen

Gegenstand geschrieben; eine Erklärung verdrängte die andere, und man hat selbst diejenigen Naturforscher heftig angegriffen, welche sehr wohl erkannten, dafs eine solche Erscheinung nicht zu erklären ist. Eine sehr reichhaltige historische Darstellung der Arbeiten über diesen Gegenstand findet man in Herrn De Candolle's Pflanzen-Physiologie *), welche aber durch Herrn Roeper's verschiedenartige Zusätze über diesen Gegenstand, in der von ihm gegebenen Uebersetzung jenes Werkes, noch brauchbarer gemacht ist.

Th. A. Knight **) stellte Versuche mit keimenden Saamen an, um die Ursache zu ermitteln, durch welche die Wurzel nach Unten und die Stengel der keimenden Pflanze nach Oben wachse; diese Versuche haben grofse Berühmtheit erlangt, doch sollen ähnliche Beobachtungen schon früher von John Hunter angestellt worden sein. Bei den Versuchen von Knight wurden Saamen von verschiedenen Pflanzen auf den Speichen eines Rades befestigt, welches in vertikaler Richtung durch das Wasser eines reifsenden Baches in Bewegung gesetzt wurde, so dafs es etwa 150 Umdrehungen in der Minute ausführte. Durch diese Vorrichtung sollte der Einflufs der Schwere aufgehoben werden, wenn diese etwa auf die Richtung der Wurzeln Einflufs ausüben möchte. Die Beobachtung ergab, dafs an allen, auf jenem Rade keimenden Saamen, die Wurzeln nach Aufsen und die Stengel nach dem Mittelpunkte des Rades hin gerichtet waren. Hierauf brachte Knight noch ein horizontal laufendes Rad von 11 Zoll Durchmesser an, welches 250 Umdrehungen in der Minute ausführte und liefs auch auf diesem Rade Saamen der Bohne keimen. Der Versuch ergab, dafs sich die Würzelchen der keimenden Bohne, nur um 10 Grad von der Horizontale nach Unten abwendeten, während sich die Stengelchen ebenfalls nur 10 Grad nach Oben hin richteten;

*) Buch IV. Cap. V.

**) Philos. Transactions f. 1806. I. pag. 99 etc. Uebers. in Treviranus Beiträge zur Pflanzenphysiologie. pag. 191.]

wenn aber die Geschwindigkeit der Bewegung dieses Rades nachliefs, so senkten sich auch die Würzelchen immer mehr nach Unten, so dafs sie bei 80 Umdrehungen des Rades schon in einem Winkel von 45 Graden standen. Aus diesen Thatsachen zog Herr Knight den Schlufs, dafs die Richtung der Wurzel und des Stengels durch eine äufsere Ursache und nicht durch eine der Pflanze inwohnende Kraft bedingt werde, und erklärte die Schwerkraft, wo nicht als das einzige Agens, doch als das vornehmste, dessen sich die Natur dabei bediene. Diese Erklärung über die Ursache in der Richtung der Wurzeln und des Stengels der Pflanzen fand denn auch so allgemeinen Beifall, dafs sie von dem gröfsten Theile der Naturforscher angenommen worden ist, und dennoch ist es so leicht dieselbe als gänzlich ungenügend darzustellen, was denn auch schon von verschiedenen Seiten her geschehen ist. Auch betrachte man die Resultate jener Versuche etwas vorurtheilsfreier und man wird finden, dafs sie nur sehr wenig erweisen; ich brauche nicht einmal specieller auseinander zu setzen, dafs die Beobachtungen von dem horizontal verlaufenden Rade gar nichts erweisen, was jene Ansicht rechtfertigen könnte.

Später hat Herr Dutrochet *) jene Knight'schen Versuche wiederholt und die Resultate derselben bestätigt, giebt aber eine Erklärung der Ursache, durch welche Wurzel und Stengel nach entgegengesetzter Richtung zu wachsen veranlafst werden, welche ebenso wenig haltbar ist. Ich habe schon bei einer anderen Gelegenheit (pag. 498) von den krümmenden Kräften der verschiedenen Gewebe der Pflanzensubstanz gesprochen, welche nach einer, durch Herrn Dutrochet aufgestellten Hypothese, überall die Krümmungen und Bewegungen erklären sollen, und diese, meistentheils auf unrichtigen Thatsachen beruhende Hypothese, soll denn auch erklären können, wefshalb die Wurzel nach

---

*) Recherch. s. l. struct. int. etc. pag. 146 und Ann. des scienc. nat. XXIX. pag. 413—435. 1833.

Unten und der Stengel nach Oben wachse. Die Ursache jener Erscheinung wird in der Structur der Pflanze gesucht, doch die Prämissen jener Erklärung sind so wenig mit der Natur übereinstimmend, dafs ich defshalb die ganze Erklärung übergehen zu können glaube.

Kürzlich trat auch Herr v. Kielmeyer *) gegen die Erklärung des fraglichen Gegenstandes aus äufseren Ursachen auf; er kam aus der Betrachtung der vorhandenen Beobachtungen zu dem Schlusse, dafs den Pflanzen eine nach Polen hin wirkende Kraft einwohne, welche sich in denselben gleichsam aus sich selbst erneuere, und in dem Magnetismus und der Electricität ein Analogon finde. Diese Kraft könne höchstens als ein Sammelplatz verwandter coagirender Kräfte betrachtet werden, und da sie sich auch in allen thierischen Gebilden offenbart, so könne sie mit dem Namen der ursprünglich organischen oder organisirenden Kraft bezeichnet werden. Nimmt man nun an, dafs die Richtung der Wurzel und des Stengels das Resultat der Wirkung jener Kraft ist, so wird man auf die, dem Erdkörper angehörige, ebenfalls nach Polen hin wirkende Kraft, den Magnetismus, aufmerksam werden müssen, indem es denkbar wäre, dafs sich die freundschaftlichen Pole dieser dem Erdkörper und der Pflanze einwohnenden Kräfte anzögen, daher die Wurzel nach der Erde und die Stengel nach entgegengesetzter Richtung hin wachse.

Unter allen natürlichen Verhältnissen wachsen die Wurzeln keimender Pflanzen nach Unten und die Stengel nach Oben; möge man sie in feuchter Luft, im Wasser oder in der Erde wachsen lassen, nur mechanische und unbezwingbare Hindernisse sind im Stande die Richtung an den genannten Theilen abzulenken, doch stellt sich dieselbe immer auf dem kürzesten Wege wieder her. Die einfachsten Versuche können diese Angabe bestätigen, und

---

*) Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Stuttgart im September 1834. Stuttgart 1835. pag. 58 u. s. w.

man hat denn auch deren schon sehr viele beschrieben. Nimmt man keimende Bohnen, deren Wurzeln 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge erreicht haben aus der Erde, ihrem natürlichen Standorte heraus, und legt man sie unter eine Glasglocke auf feuchtes Moos in entgegengesetzter Stellung, so dafs das Würzelchen nach Oben und das Stengelchen nach Unten gerichtet ist, so wird man schon am folgenden Tage beobachten können, dafs sich das Würzelchen mehrere Linien unterhalb der Spitze krümmt, und diese Krümmung wird so vollkommen, dafs endlich die Wurzelspitze wieder perpendikulär nach Unten wächst; alle Wurzeläste, welche sich später entwickeln, neigen sich allmälich nach dem Boden. So wie sich bei diesem Versuche die Wurzeln nach Unten richten, so steigen die Stengel wieder nach Oben empor. An solchen einfachen Versuchen möge man die Erklärung der Erscheinung nach Knight's und Dutrochet's Hypothesen versuchen und man wird finden, dafs sie ganz unzureichend sind, ja bei denselben ist noch auf eine Erscheinung zu achten, welche ganz besonders gegen Herrn Dutrochet's Erklärung spricht; man beobachtet nämlich, dafs die Krümmung der Wurzel jedesmal an der, dem Lichte abgewendeten Seite stattfindet, und man kann doch sicherlich nicht annehmen, dafs gerade an dieser, ganz zufälligen Stelle die Structur verschieden ist von derjenigen der angrenzenden Punkte. Zuweilen führt man wohl Versuche an, welche dennoch beweisen sollen, dafs sowohl Wurzel als Stengel unter gewissen Verhältnissen dennoch nach entgegengesetzter Richtung hin wachsen können; Herr De Candolle setzte z. B. eine Hyacinthen-Zwiebel mit der Spitze nach Unten in ein mit Wasser gefülltes röhrenförmiges Glas und bedeckte die Wurzeln mit einem nassen Badeschwamme. Der Blumenstiel trieb und blühte im Wasser, obgleich er genau nach Unten gerichtet war, was also als ein Beispiel gegen das sogenannte Knight'sche Gesetz anzusehen wäre, indessen dieser Schlufs ist, wie ich glaube, nicht so ganz richtig, denn zwischen einem solchen Blüthenschafte, der meistens aus einer Achsillarknospe

hervorgeht und dem wahren Stengel ist ein sehr grofser Unterschied vorhanden. Aber am wenigsten darf man jene entgegengesetzte Richtung des Blüthenschaftes mit Herrn De Candolle dadurch erklären wollen, dafs das Gewebe desselben im Wasser weich geworden war und schon vermöge seines eigenen Gewichtes herabsank. Man macht gegenwärtig nicht selten den Versuch, dafs man zwei Hyacinthen-Zwiebeln in entgegengesetzter Richtung auf einander setzt und in Wasser oder in einem Blumentopfe zur Entwickelung kommen läfst. Der Blüthenschaft an der, mit der Spitze nach Unten gerichteten Zwiebel wächst hier nach Unten, ganz wie im obigen Falle, wenn man aber die Erde von den Wurzeln abnimmt, so findet man, dafs auch die Wurzeln dieser unteren Zwiebel nach Unten gewachsen sind. Endlich hat man auch wohl die sogenannten Trauerbäume als Beispiele aufgeführt, dafs die Stengel mancher Pflanzen auch in entgegengesetzter Richtung wachsen können; die Trauerweide und die Hänge-Esche sind dergleichen, bei uns bekannte Bäume, deren Zweige sehr lang sind und eine perpendikuläre Richtung nach Unten annehmen. Wenn man auch diese eigenthümliche Erscheinung bei der Trauerweide ganz mechanisch erklären zu können glaubt, indem man annimmt, dafs die langen und biegsamen Zweige dieses Baumes durch ihr eigenes Gewicht zu Boden gezogen werden, so kann diese Erklärung wenigstens nicht bei der Hänge-Esche gelten, denn deren Zweige sind fest genug um auch aufrecht wachsen zu können, und dennoch wachsen die Zweige dieser Spielart gerade in entgegengesetzter Richtung. Vielleicht könnte man diese Erscheinung gegen die Erklärung anwenden, welche Herr v. Kielmeyer über die Ursache der bestimmten Richtung der Wurzel und des Stengels der Pflanzen gegeben hat; mir scheint es wenigstens, als spräche dieses gegen jene Erklärung. Auch wird kaum nöthig sein die Bemerkung hinzuzufügen, dafs das Herabwachsen der Aeste bei den Trauerbäumen ebenso wenig durch die Annahme einer gewissen Lichtscheue

erklärt werden kann, wie es Herr Dutrochet versucht hat, denn es möchte noch schwerer sein einzusehen, wefshalb die Zweige dieser Bäume gerade an Lichtscheue leiden.

Es ist eine allgemein bekannte Erscheinung, dafs die Stengel und die Zweige der Pflanzen nicht nur nach Oben wachsen, sondern dafs sich dieselben auch dem Lichte zuwenden, während sich die Wurzel, wie ich es vorhin pag. 583 anführte, vom Lichte abwendet. Dieses Wachsen des Stengels und der Aeste nach dem Lichte hin, ist mitunter höchst bewunderungswürdig; so sieht man nicht selten, dafs Kartoffeln in tiefen und dunkeln Kellern gegen den Sommer zu, Stengel treiben, welche sich stets den Oeffnungen zuwenden, durch welche das Licht in den Keller fällt, und so lange fortwachsen, bis dafs sie den Ort erreichen, der unmittelbar beleuchtet wird. Man hat dergleichen Stengel der Kartoffel von 20 Fufs Länge beobachtet, während diese Pflanze sonst, selbst unter den günstigsten Verhältnissen, kaum 3 bis 4 Fufs hohe Stengel treibt. Es ist interessant den Weg genauer zu betrachten, welchen der Stengel einer solchen im Dunkeln wachsenden Kartoffel nimmt, um endlich das Lichtloch zu erreichen. Der Stengel versucht sich dem Lichte auf dem kürzesten Wege zu näheren, da er aber nicht fest genug ist um ohne Unterstützung quer durch die Luft zu wachsen, so fällt er zu Boden und kriecht auf diese Weise bis zur nächsten Wand, an welcher er alsdann emporsteigt *).

---

*) Anmerkung. Wir sehen also hier, dafs das Wachsthum des Stengels nicht nur nach Oben, d. h. in einer der Wurzel entgegengesetzten Richtung erfolgt, sondern auch, dafs eine gewisse Zweckmäfsigkeit dabei nicht zu verkennen ist. Der Stengel wird hier so überaus lang um an den Ort zu gelangen, wo er in natürlichen, ihm zukommenden Verhältnissen sich weiter entwickeln kann, und ganz ähnliche zweckmäfsige Bewegungen sehen wir denn auch in der Richtung und der Entwickelung der Wurzeläste, welche sich nach denjenigen Seiten des Bodens hinziehen, wo sie vorzugsweise Flüssigkeit finden, was man bald als eine willkührliche Bewegung der Pflanzen angesehen, bald von der besseren Beschaffenheit

Was die Kartoffel im dunkeln Keller in einem so hohen Grade zeigt, das sehen wir auch an Bäumen und Sträuchern in Wäldern und Gärten nur minder deutlich; die Erscheinung war schon lange bekannt, doch hat man früher meistens die frische Luft als die Ursache derselben angesehen.

Auch diese Neigung des Stengels nach dem Lichte zu zuwachsen, hat man von äufseren Verhältnissen abzuleiten gesucht, doch alle diese Erklärungen sind gänzlich ungenügend. Herr De Candolle *) glaubt die Erscheinung dadurch erklären zu können, dafs er annimmt, dafs diejenige Seite einer Pflanze, welche dem Lichte ausgesetzt ist, mehr Kohlenstoff in ihrem Gewebe bindet und dadurch schneller fest wird, während die andere Seite weniger schnell fest wird, wodurch die Fasern daselbst länger werden sollen als auf der beleuchteten Seite, und die Folge hievon wäre dann die Krümmung auf der beleuchteten Seite. Man beobachte nur den Stengel einer im finsteren Keller wachsenden Kartoffel und man wird sich sicherlich überzeugen, dafs jene Erklärung nicht nur rein hypothetisch, sondern auch ganz und gar unzureichend ist.

In Bonnet's reichhaltigen Untersuchungen über den Nutzen der Blätter findet sich eine ausgezeichnete Abhandlung, welche von der Richtung und dem Herumdrehen der Blätter so wie von dem senkrechten Stande der Stämme und der ihnen eigenen Art sich wieder aufzurichten handelt; der Gegenstand ist darin fast erschöpfend behandelt

---

des Bodens abgeleitet hat. Ja wir sehen die Wurzeln aus den Seiten der Stämme und der Aeste hervortreten, wenn man dieselben lange Zeit hindurch mit einem feuchten Körper in Berührung bringt und bei dem Allen wäre es ebenso unrichtig, wollte man hier die Richtung der Wurzeln durch eine Anziehung von Seite der Feuchtigkeit erklären, wie wenn man die Richtung der Stengel durch eine Anziehung des Lichtes zu erklären suchte.

*) Phys. végét. II. pag. 832.

und nur durch Herrn Dassen*) sind neuerlichst noch einige neue Beobachtungen hinzugefügt. Dodart**) hatte schon die Bemerkung gemacht, dafs sich die Spitzen der Aeste von umgeworfenen Fichten zurückbeugten und dann wieder in senkrechter Richtung auftraten. Diese und andere Beobachtungen veranlafsten Bonnet zur Aufstellung vielfacher Versuche über diesen Gegenstand, er beugte den Stengel verschiedener Pflanzen nieder, so dafs die Spitze gerade nach Unten zu stehen kam, wobei die Befestigung durch einen Faden geschah. Der erste Versuch der Art geschah mit einer Pflanze des Bingelkrautes (Mercurialis), und schon nach Verlauf von 2 Tagen hatte sich die Spitze des Stengels dieser Pflanze wieder nach Oben emporgerichtet; man beobachtet also auch hier ein ganz ähnliches Verhältnifs, wie an den jungen Stengeln keimender Saamen, wenn man dieselben verkehrt einsetzt Die Umbeugung des Stengels erfolgt an krautartigen Pflanzen schneller als an festen und stark verholzten, und sie erfolgt schneller bei hoher als bei niederer Temperatur, daher denn dergleichen Versuche im Juni und Juli besser gelingen, als zur Herbstzeit. Werden diese Versuche in freier Luft angestellt, so wird man beobachten, dafs die Biegung des Stengels stets dem Lichte zugewendet erfolgt, aber Bonnet stellte sie auch in mehr oder weniger finsteren Räumen an, wobei sich die Stengel zwar ebenfalls emporhoben, aber es geschah nach ganz verschiedenen Richtungen. Die Umbeugung des Stengels geschieht unter Wasser ganz ebenso, als in gewöhnlicher Luft.

Herr Dassen ging auf die Entscheidung der Frage näher ein, durch welche Ursache diese Umbeugung des Stengels der Pflanzen veranlafst wird, und glaubt die Ursache in den Blättern gefunden zu haben, welche ebenso constant mit der einen Fläche dem Lichte zu und mit der

*) Onderzoek aangaande de Bladbewegingen, die niet door aanzwelingen ontstaan. — Tijdschrift voor Natuurlyke Geschiedenis en Phys. 1837. IV. I. 2. pag. 106—131.

**) Mém. de l'Academ. Royale des Scienc. de 1700.

anderen Fläche vom Lichte abstehen, wie sich Stengel und Wurzel an dem keimenden Saamen verhalten. Herr Dassen beobachtete nämlich, dafs sich dergleichen umgebogene Aeste nicht wieder emporrichteten, wenn ihnen die Blätter abgenommen waren, und zog daraus den Schlufs, dafs diese es sind, welche durch ihr eigenthümliches Verhalten den Stengel emporrichten; indessen ich habe Beobachtungen der Art gemacht, welche mit jenen Angaben nicht übereinstimmen, und kann defshalb dieser Ansicht des Herrn Dassen nicht beistimmen. Ich machte meine Beobachtungen an den jungen Stengeln der Bohne und der Erbsen und sah, dafs sich die Enden der umgebogenen Stengel ebenfalls und sehr schnell emporhoben, wenn ihnen auch die Blätter abgeschnitten waren, aber die Spitze des Stengels darf nicht abgeschnitten sein.

2. Die Richtung der Blätter.

So mannigfaltig auch die Richtung der Blätter an verschiedenen Pflanzen ist, so findet man dennoch fast immer, dafs die Blätter mit der einen Fläche nach Oben, dem Lichte zu, und mit der anderen Fläche nach Unten, der Erde zu gestellt sind, und diese Stellung ist um so bestimmter, je gröfser die Verschiedenheit in der Structur der beiden Flächen des Blattes ist. Wird diese natürliche Stellung der Blätter künstlich abgeändert, indem man nämlich entweder ganze Aeste aus ihrer natürlichen Stellung bringt, oder auch nur die einzelnen Blätter in ihrer Lage verändert, so wird man alsbald beobachten, dafs sich diese Blätter bemühen eine ähnliche Stellung anzunehmen, wie sie ihnen im natürlichen Zustande zukam, damit wieder die eine Fläche nach Oben und die andere Fläche nach Unten gerichtet werde. Bonnet hat auch diesem Gegenstande seine Aufmerksamkeit gewidmet und eine sehr grofse Reihe von Beobachtungen über denselben angestellt.

Wir haben in den beiden ersteren Theilen dieses Buches die Verschiedenheiten kennen gelernt, welche die bei-

den Blättflächen in Hinsicht ihrer Structur und ihrer Function zeigen, und sind im Allgemeinen zu dem Resultate gekommen, dafs die untere Blattfläche der Transpiration und der Respiration vorsteht, während die obere Blattfläche es ist, welche, durch den Einflufs des Sonnenlichtes, die Zersetzung und Bindung des Kohlenstoffes aus der Kohlensäure der Luft zu bewirken scheint. Nun lehrt die Beobachtung, dafs Blätter, welche umgekehrt und in der Art eingezwängt sind, dafs sie sich nicht wieder umdrehen können, dafs diese zuerst alle mögliche Versuche machen um sich umzukehren, und dafs sie endlich, wenn dieses nicht gelingt wirklich absterben; die Ursache dieses Absterbens ist uns aber eigentlich unbekannt geblieben.

Bonnet bog die Zweige vieler Pflanzen aus ihrer natürlichen Richtung und beobachtete, dafs sich die Blätter in allen Fällen sehr bald umkehrten, so dafs sie wieder ihre natürliche Stellung zeigten; ja in einem Falle hat er den Versuch 14 mal hintereinander wiederholt und das Umdrehen der Blätter zeigte sich immer von Neuem. Die gestielten Blätter verrichten ihre Umwendung fast ganz allgemein durch eine blofse Drehung der Blattstiele, welche zuweilen noch mit einer Krümmung begleitet ist. Die Blätter der Kräuter kehren sich schneller um, als die der Bäume, und die Umdrehung geschieht bei warmem und hellem Wetter schneller, als bei kaltem und nassem Wetter. Bonnet, welcher hierüber die ersten Beobachtungen angestellt hat, sah dafs sich die Blätter einer Weinranke bei kühlem und schlechtem Wetter erst nach 4 Tagen umdrehten, während sie sich bei schönem und warmem Wetter schon in 2 Tagen umwendeten. Ja die Blätter einer Malve nahmen bei heifsem Sonnenscheine schon nach Verlauf von 2 Stunden ihre natürliche Lage wieder ein. Aber je öfter diese Versuche wiederholt werden, um so mehr Zeit gebrauchen die Blätter um die Umdrehung auszuführen; so drehten sich die Blätter der Weinrebe erst in 8 Tagen um, als mit ihnen der Versuch zum 6ten Male wiederholt wurde, und der Erfolg solcher häufig wiederholten

Versuche war, dafs die Blätter auf der unteren Seite vertrockneten und am Stiele schwarz wurden. Die Umdrehung der Blätter ist besonders schön an Bäumen mit hängenden Aesten zu verfolgen, und am schönsten sah ich es bei der Hänge-Esche, an deren Aesten die äufsersten Blätter vollkommen umgewendet sind, und diese Umdrehung ist um so weniger vollständig, je näher die Blätter derjenigen Stelle stehen, an welcher sich der Ast umdreht.

Man erkannte sehr bald, dafs der Einflufs des Sonnenlichtes die Ursache jenes Umdrehens der Blätter zu sein scheint, und es wird auch einem Jeden, der sich Blumen im Zimmer zieht, bekannt sein, wie sich die Blätter der Pflanzen, mit ihrer oberen Fläche, mehr oder weniger schnell nach dem Lichte hin wenden, so dafs sie dadurch ganz besondere Formen erhalten, wenn man nicht die Töpfe von Zeit zu Zeit umwendet. Die Erscheinung war den Naturforschern ebenfalls schon lange bekannt, und man bezeichnete sie mit dem Namen der Wendung (Nutation) der Blätter; sie ist viel auffallender bei krautartigen Gewächsen, bei denen man mitunter wahrnehmen kann, dafs die Richtung ihrer Blätter dem täglichen Laufe der Sonne folgt, wie es schon von Bonnet bei den Malven, dem Klee und der Melde beobachtet ist. Ja der Einflufs des Sonnenlichtes auf die Blätter ist so bedeutend, dafs die Blätter vieler Pflanzen während des Sonnenscheines auf ihrer oberen Fläche eine Vertiefung erhalten, welche sich Abends und bei eintretendem Regen wieder verliert; ja Bonnet sah schon, dafs sich dergleichen Blätter in Folge eines sehr kalten und starken Thaufalles gerade nach der entgegengesetzten Seite hin krümmten, und kam dadurch auf eine Erklärung dieser Erscheinung, welche heutigen Tages ebenfalls nicht mehr ausreicht. Bonnet meinte, man könne mit gutem Grunde annehmen, dafs die obere Seite der Blätter aus Fasern bestehe, welche sich bei der Wärme zusammenziehen, während die untere Seite der Blätter aus solchen Fasern zusammengesetzt ist, welche sich bei der Feuchtigkeit zusammenziehen! Aber

bei dem Allen darf man nicht unbedingt die ganze Erscheinung von dem Einflusse des Sonnenlichtes ableiten wollen, oder gar eine anziehende Kraft des Lichtes gegen die Oberfläche der Blätter annehmen, denn es ist sowohl Bonnet als Herrn Dassen und mir geglückt zu beobachten, dafs die Blätter sehr oft auch im Dunkeln ihre natürliche Richtung annehmen, wenn man sie vorher davon abgelenkt hat. Will man mit Herr Treviranus*) das Vertieftwerden der Blätter durch die Anziehung des Sonnenlichtes erklären, indem man annimmt, dafs sich der beweglichere Umfang des Blattes mehr zu nähern vermag, so denke man nur an den entgegengesetzten Fall, der bei feuchtem Wetter eintritt, und man wird die Unhaltbarkeit dieser Erklärung ebenfalls einsehen. Herr Dassen hat mit zuerst auf die Scheingründe besonders aufmerksam gemacht, welche die Gelehrten veranlafst haben die ganze Erscheinung der Blattrichtung unmittelbar vom Lichte abzuleiten; ja Herr Dassen stellte mehrere Beobachtungen an, aus welchen unmittelbar hervorgeht, dafs sich die Blätter verschiedener Pflanzen gerade nicht unter allen Verhältnissen dem Lichte zuwenden. Dieses Letztere kann man denn auch ganz gewöhnlich beobachten, wenn man besonders darauf achtet. Das Hedysarum gyrans ist z. B. eine Pflanze, deren grofse Blätter besonders empfindlich gegen den Lichteinflufs sind, und dennoch kann man sehen, wenn ein Pflänzchen der Art am hellen Fenster steht, dafs gerade der gröfste Theil der unteren Fläche derjenigen Blätter, welche vom Fenster abgewendet stehen, vom Sonnenlichte beschienen wird. Man mache mir hier nicht etwa die Einwendung, dafs sich diese Blätter immer mehr emporheben, je höher die Sonne steht, denn ich habe durch besondere Vorrichtungen bald die eine, bald die andere der Blattflächen bescheinen lassen und dabei gar keine Verschiedenheit wahrgenommen. Herr Dassen stellt aus seinen Beobachtungen den Schlufs auf, dafs das Licht ebenso wenig

*) Physiologie d. Gewächse. I. pag. 539.

die Ursache der Richtung der Blätter nach Oben ist, als die Dunkelheit daran Schuld hat, dafs die Würzelchen niederwärts gerichtet sind, und dieser Ansicht stimme ich vollkommen bei. Die Blätter sind mit der einen Fläche mehr nach Oben und mit der anderen Fläche mehr nach Unten gerichtet, und diese Stellung ist ebenso unabhängig von äufseren Einflüssen, wie die Richtung der Wurzel und des Stengels; es sind dieses Erscheinungen, welche mit dem Wesen des Lebens der Pflanzen verbunden sind, und diese erklären zu wollen scheint mir etwas sehr kühn. Wie wenig die Ausdünstung der Blätter auf ihre Richtung und auf das Umdrehen derselben Einflufs haben kann, das möge man daraus sehen, dafs alle diese Erscheinungen in der Luft wie unter Wasser vor sich gehen.

3. Das Winden des Stengels und einiger dazu gehöriger Theile.

Bei einer kleinen Anzahl von Gewächsen, welche unter dem Namen der Schlingpflanzen bekannt sind, tritt der Stengel spiralförmig gewunden auf, während bei den Rankenpflanzen ähnliche Windungen an den fadenförmigen Theilen wahrgenommen werden, welche unter dem Namen der Ranken bekannt sind. Dieses Winden der Ranken und das der Schlingstängel ist eine sehr interessante Erscheinung, deren Erklärung man schon oftmals versucht hat, aber leider ohne vorher die Natur derselben genauer beobachtet zu haben. Erst in den Preisschriften der Herren Palm*) und Mohl**) ist dieser Gegenstand von der richtigeren Seite aufgefafst dargestellt. Man sprach früher von dem Wunderbaren dieser Erscheinung, man schrieb diesen Pflanzen einen Instinkt zu, sich in ihrer Umgegend gleichsam umzusehen und nach einem Gegenstande

---

*) Ueber das Winden der Pflanzen. Stuttgart, 1827. 8.

**) Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. Tübingen 1827. 4.

zu suchen, den sie umklammern könnten; doch dieses ist gegenwärtig beseitigt, und wir sehen in dieser Erscheinung nur noch die Ausführung zweckmäfsiger Mittel, durch welche der lange und meistens sehr dünne Stengel der Schlingpflanzen aufrecht zu wachsen im Stande ist.

Die Schlingpflanzen winden sich sowohl um lebende, als um abgestorbene Pflanzen, so wie auch um anorganische Stoffe, und dieses Winden ihres Stengels geschieht bei den meisten Pflanzen nach der linken Seite, dagegen nur bei wenigen nach der rechten Seite; das erstere findet man z. B. bei den Gattungen, Cuscuta, Phaseolus, Dolichos, Passiflora, Banisteria u. s. w., das letztere dagegen bei den Gattungen Humulus, Dioscorea, Lonicera, Polygonum u. s. w. Man kann als ziemlich allgemein gültig den Satz aufstellen, dafs sich die Schlingpflanzen einer und derselben Gattung in gleicher Richtung winden, ja es gilt dieses selbst für die Gattungen einer und derselben Familie, wovon bis jetzt nur eine Ausnahme, nämlich die Gattung Abrus durch Herrn Mohl bekannt geworden ist, welche einen rechts gewundenen Stengel zeigt, während sich die übrigen Leguminosen links winden. Das Winden der Ranken ist dagegen nicht so constant; man kann das Winden derselben bald rechts bald links veranlassen, je nachdem man die Stütze rechts oder links anlegt, ja es giebt Ranken, wie z. B. die der Gattung Bryonia u. s. w., welche sich um sich selbst rechts und links winden.

In dem Winden der Ranken und des Stengels der Schlingpflanzen findet jedoch ein sehr wesentlicher Unterschied statt, auf den besonders durch Herrn Mohl in der vorher genannten Schrift aufmerksam gemacht ist und dieser Unterschied besteht in Folgendem: Bei den Ranken tritt das Winden erst nach Vollendung ihres Längenwachsthumes auf, und zwar von der Spitze aus nach der Basis zu; bei den Schlingpflanzen dagegen wachsen die 3—4 untersten Internodien des Stengels gerade, dann entwickelt sich ein Internodium, welches sich durch besondere Länge und schnelles Wachsthum auszeichnet, und mit diesem Inter-

nodium beginnt die Windung des Stengels von Unten nach Oben, also dem Verlaufe der Windungen bei dem Ranken gerade entgegengesetzt. Herr Mohl hat beobachtet, dafs an derjenigen Stelle, von wo aus die erste Windung beginnt, zuerst eine Drehung des Stengels um seine eigene Achse erfolgt, welche sich durch Veränderung in der Richtung der Holzbündel zeigt und sich allmälich immer weiter nach Oben erstreckt. Mit dieser Drehung des Stengels beugt sich derjenige Theil des Internodium's, welcher oberhalb dieses Punktes liegt zugleich etwas nieder, und wenn nun die Drehung des Stengels um seine Achse weiter fortgeht, so wird die Spitze des Stengels im Kreise umherbewegt und legt sich irgend einem Körper an, der sich innerhalb des Kreises befindet, den die Spitze beschreibt. Diese letztere Erscheinung war es hauptsächlich, in welcher man ein Suchen der Pflanze nach einer Stütze zu erkennen glaubte, und man mufs sich sogar noch wundern, dafs man in der Spitze des Schlingstengels nicht zugleich den Kopf der Pflanze zu sehen geglaubt hat, denn bei den Oscillatorien ist derselbe noch kürzlich beschrieben worden. Erhält nun aber die Spitze des sich windenden Stengels keine Stütze, so fällt der Stengel durch seine eigene Schwere zu Boden, und die Drehung um seine Achse hört auf, bis dafs sich die Spitze wieder verlängert, aufrecht emporwächst und eine neue Windung mit abermaliger Drehung um ihre Achse zu machen beginnt, was sich in der Folge immer wiederholt, mag der Stengel eine aufrechte Stütze erhalten haben oder mag er sich auf der Erde bewegen.

Von den vielen Theorien, welche aufgestellt sind um das Winden der Schlingpflanzen zu erklären, werde ich hier nur einige der berühmtesten aufführen, besonders um zu zeigen wie leicht man sich zu täuschen vermag, wenn man Erscheinungen erklären will, welche mit dem Wesen des Lebens im innigsten Zusammenhange stehen. Wie grofs der Einflufs des Lichtes auf die Richtung des Stengels ist, das haben wir im Vorhergehenden kennen gelernt; wir haben aber auch gesehen, dafs der Stengel seine Rich-

tung nach Oben auch im Finstern ausführt, und so verhält es sich denn auch mit den Schlingpflanzen, deren Stengel sich im Dunkeln wie im Hellen ganz auf gleiche Weise winden. Herr Oken*) glaubt, dafs das Winden der Pflanze durch ein beständiges Fallen und Aufrichten eines Stengels erklärt werden könne, der zu schwach ist um aufrecht zu stehen, indessen dadurch wäre wohl ein wellenförmig gewundener Stengel zu erklären, aber keinesweges ein spiralförmig gewundener; auch sehen wir an jedem gewundenen Stengel die Verdrehung seiner Holzbündel, was bei dieser Erklärung ganz übersehen ist. Herr Dutrochet hat sich besonders viel mit der Auffindung der Ursachen beschäftigt, welche das Winden und Krümmen der Pflanzenstengel bewirken sollen**); er leitet auch diese Erscheinung von der Thätigkeit zweier Arten von Gewebe ab, welche sowohl durch ihre Textur, als durch das Princip ihrer Thätigkeit von einander verschieden sein sollen, und diese sind das Zellengewebe und das Fasergewebe. Das Zellengewebe solle sich durch Endosmose krümmen, das Fasergewebe dagegen durch Füllung mit Sauerstoffgas. Ja es wird, selbst durch sehr specielle Angaben über die Structur verschiedener Schlingpflanzen die Möglichkeit erwiesen, wie sich dergleichen Krümmungen und Windungen des Stengels auf die angegebene Weise bilden können, doch bei dem Allen ist es nicht schwer zu erweisen, dafs Herr Dutrochet bei diesen Untersuchungen einen ganz falschen Weg eingeschlagen hat, er probt hiebei zwar die Natur, ob sie nach den von ihm gefafsten Ansichten handelt, und übersieht dabei ganz was in der lebenden Pflanze vor sich geht.

Herr Mohl***) nimmt an, dafs der Stengel der Schlingpflanzen eine Reizbarkeit besitzt, welche durch Berührung

*) Isis von 1832. pag. 803.

**) De la tendance des végétaux à se diriger vers la lumière et de leur tendance à la fuir. — Mém. p. s. a l'hist. anat. et phys. des végétaux etc. II. pag. 115—162.

***) l. c. pag. 112.

eines fremden Körpers erregt wird, und diese Reizbarkeit komme auch den Ranken zu; er meint, dafs der, durch die Kreisbewegung an die Stütze gelangte Stengel, an der Berührungsstelle zur Bewegung gereizt wird, derselbe drücke durch diese wieder neue Theile an die Stütze und so wird nothwendig der Stengel spiralförmig um die Stütze gewunden, da er sich beständig nach Oben verlängert. Bei den Ranken entwickele sich diese Reizbarkeit erst im ausgewachsenen Zustande, und dann reichen oft schon wenige Stunden hin um die Ranke zur Biegung zu bewegen. Die Ranken zeigen jedoch diese Reizbarkeit nur bei Berührung der unteren und der Seitenflächen, und es giebt Ranken, wie die des Weinstockes und Cissus hederacea, welche sich nach Knight's Entdeckung vom Lichte abwenden, also ein ähnliches Verhalten, wie der Stengel einiger Schlingpflanzen zeigen, als z. B. des Hopfens u. s. w. Herr Brunner *) hat sogar das Winden der Pflanzen nach verschiedenen Seiten hin, durch den verschiedenen Grad von Reizbarkeit zu erklären gesucht, welcher denselben eigen ist; besitzt z. B. eine Pflanze hohe Reizbarkeit, so wird sie sich den früheren Strahlen der Sonne zuwenden und links eine Stütze suchen, bedarf die Pflanze aber eines längeren Einflusses des Lichtes, um sich zu einer Richtung zu bestimmen, so wird sich die Pflanze rechts winden. Diese Theorie wird hauptsächlich dadurch wiederlegt, dafs sich die Pflanzenstengel auch im Dunkeln winden, so wie auch dadurch, dafs sich die Stengel einiger Pflanzen dem Lichte abwenden. Indessen die Annahme einer Reizbarkeit, wodurch der Schlingstengel so wie die Ranke in Folge von Berührung mit fremden Körpern zur Thätigkeit bewegt wird, kann ebenso wenig die fragliche Erscheinung vollständig aufklären; ich möchte wissen, wie man hiemit das Verhalten des spiralförmig gewundenen Blüthenstengels der Vallisneria erklären will, wenn man es nicht vielmehr für die Entwickelung von Mittel hält, durch welche diese Pflanze in den Stand gesetzt wird ihre Blüthen befruchten zu lassen, und die Frucht wieder in der Tiefe zur Reife zu bringen; man mufs also, wie ich glaube, auch diese Erscheinungen als Aeufserungen des psychischen Principes ansehen, dessen Dasein ich schon im Vorhergehenden angedeutet zu haben glaube.

*) Flora von 1837. Nro. 41.

Erklärung der Abbildungen auf beiliegenden Tafeln.

(Nach 350maliger Vergröfserung gezeichnet, wenn dieselbe nicht noch besonders angegeben ist.)

Tab. X.

Fig. 1., 3., 4. und 5. Darstellungen verschiedener Formen von Conferva rivularis L., an welchen die Structur, so wie der Inhalt derselben zu sehen ist. Der Inhalt der einzelnen Glieder zeigt sich als eine grüngefärbte weiche Masse, worin hie und da einzelne gröfsere Kügelchen enthalten sind, welche öfters um die Zeit, wenn die Pflanze Sporen bildet, gröfstentheils aus Amylum bestehen. In dem Gliede a b Fig. 3. sieht man zwei gröfsere elliptische Räume c und d, welche sich durch besondere Helle von dem Inhalte des Gliedes unterscheiden und in ihrer Mitte eine grofse Menge bräunlicher Bläschen von ellipsoidischer Form enthalten, welche sich mit gröfster Lebhaftigkeit bewegen, ganz ebenso, wie die ähnlichen Körperchen in den Spitzen der Closterien. In solchen Conferven-Gliedern kommen öfters mehrere Hunderte jener Moleküle vor, und dafs hier die Bewegung derselben nicht etwa durch Cilien bewirkt wird, welche die Fläche der Höhle bekleiden, das wird jedem vorurtheilsfreien Beobachter einleuchten. In Fig. 5. ist in dem Gliede a b eine ähnliche Höhle bei e f, und in Fig. 1. zeigen sich in dem Gliede a b, dicht unter der Spitze, einige dergleichen Körper, welche sich durch eigene Molekular-Bewegung der Höhle zu bilden anfangen, welche später so auffallend erscheint.

In Fig. 5. zeigt das Glied b c eine Menge von ähnlichen Molekülen, welche in sehr lebhafter Bewegung begriffen waren und dabei in solchen Bogenlinien verliefen, als in der Zeichnung angegeben sind. Ueber die Deutung dieser selbstbeweglichen Moleküle sehe man im Texte pag 450, 51 u. s. w.

Fig. 3. zeigt an dem einen Ende eines jeden Gliedes eine sehr auffallende geringelte Bildung; von f bis g ist dieselbe am ausgebildetsten, und besteht daselbst in einer Verdickung der äufseren Membran des Gliedes, welche sich zugleich mit ringförmigen Einschnürungen darstellt. Die innere Membran scheint hiebei so bedeutend zusammengedrückt zu sein, dafs sie selbst in das anstofsende Glied a b hineingeschoben ist, ganz wie es die Darstellung zeigt. Bei a, als an der Spitze des letzten Gliedes, ist diese Ringelung noch nicht sehr bedeutend, und bei a, an der Spitze des Gliedes in Fig. 1. zeigt sie sich in ihrem ersten Auftreten, so wie auch bei a Fig. 5., wo sich die ganze Spitze verdickt hat und gleich einem Hütchen erscheint, welches sich später ebenfalls ablöst, wie es in Fig. 6. ebendaselbst dargestellt ist. Am genauesten liefs sich diese Ringelbildung an einem Gliede eben derselben Conferva rivularis beobachten, welches in Fig. 4. nach stärkerer Vergröfserung dargestellt ist; hier erscheint die Substanz, welche die Ringelung bildet, als eine neue Bildung, welche die Membran des Conferven-Gliedes umhüllt. Bei e f zeigt sich eine starke Verdickung der Membran nach Innen, welche zugleich mit einer sehr eigenthümlichen Form begleitet ist. Der Inhalt der Glieder dieser in Fig. 4. dargestellten Conferve war gröfstentheils ausgetreten, nur in dem Gliede a b zeigte sich eine gröfsere Kugel (Spore), welche bei g dargestellt ist, und in dem oberen Gliede, wovon in a h ein kleiner Theil dargestellt wurde, zeigte sich die grüne Substanz in Form von feinen Streifen, welche auf der inneren Fläche der Membran, wie bei i befestigt waren.

Fig. 2. giebt eine Darstellung eines wellenförmig gewundenen Individuums der Conferva rivularis, eine Form, welche noch mehreren gegliederten Conferven zukommt.

Fig. 6. Eine keimende Spore der genannten Conferve; a b der Schlauch, c das verdickte Hütchen, welches durch die Ausdehnung der Spore zur jungen Conferve (d e) von dem alten Gliede abgelöst wurde.

Fig. 7., 8. und 9. Junge eingliedrige Individuen eben derselben Conferve; die von Fig. 7 und 8. wuchsen frei im Wasser und entwickelten an dem einen ihrer Enden feine Würzelchen; während das Pflänzchen in Fig. 9. mit dem Wurzelende fest safs.

Fig. 10. Darstellung einer Conferva bipunctata Auct. (Stellulina cruciata Link), welche seitlich die Wärzchen f, h, g und i zur Conjugation entwickelt.

Fig. 11. Ein anderes Exemplar eben derselben Conferve im Zustande der Conjugation, a b die eine Conferve und c d die andere Conferve. Bei g sind die Wärzchen noch nicht ver-

einigt, dagegen sind die vier folgenden Glieder mit den Sporen m, m, m versehen, worüber pag. 415 nähere Nachweisung gegeben ist.

Fig. 12. Darstellung der Sporen in einem conjugirten Exemplare der Spirogyra princeps Link, wozu pag. 423 nähere Beschreibung gegeben ist.

Fig. 13. zeigt die Bildung von Sporangien in einer Spirogyra ohne vorhergegangene Conjugation, und zugleich haben sich in diesen Sporangien noch kleinere Sporen gebildet, was aber nur ausnahmsweise vorkommt.

Fig. 14. und 15. Darstellungen der kettenförmigen Conjugation, wovon auf pag. 425 die Rede ist.

Fig. 16. und 17. Darstellungen der Sphaeroplea annulina (Conferva annulina Roth.), wozu pag. 334—336 die speciellste Nachweisung gegeben ist.

Fig. 18. und 19. Darstellungen der Fruchtbildung und der Rotations-Strömungen bei Achlya prolifera Nees v. Es., wozu auf pag. 457 und 458 die genaueste Beschreibung gegeben ist.

Fig. 20. und 21. geben Darstellungen der Sporenbildung bei Penicillium glaucum, welche durch Abschnürung erfolgt. Das knieförmige Hervortreten der Seitenäste ist dieser Pflanze characteristisch, und dennoch ist es in neueren Abbildungen gänzlich übersehen!

Fig. 22. Darstellung eines kleinen Exemplares von Saccharomyces cerevisiae, wozu auf pag. 455 die Beschreibung zu finden ist.

Fig. 23. Darstellung eines zur besonderen Spore angeschwollenen Gliedes der Conferva vesicata; c d der angeschwollene Utriculus; f die gefärbten Kügelchen in dem Inhalte desselben, und bei g, g, wie überhaupt rund herum im Umfange des Utriculus, sah man kleine bräunliche Moleküle mit lebhafter Bewegung, welche später mit dem ganzen Inhalte verschmolzen und die Spore bildeten.

Fig. 24. Darstellung eines Sporen-tragenden Closterium's. a b die ganze Pflanze, worin eine Menge von grofsen Sporen f bis g enthalten sind, und noch zum Theil von der inneren zarten Membran umschlossen werden, welche sich von der äufseren Wand abgelöst hat. Einige dieser Sporen, wie bei i zeigen in ihrem Inneren kleinere Sporen, wie wir es auch bei der Spirogyra in a b und c d Fig. 13. kennen gelernt haben. Die Zahl dieser grofsen Sporen oder Sporenbehälter stimmt mit der Zahl der grofsen grünen Kügelchen überein, welche sonst im Inneren des Closterium's, der Reihe nach gestellt, vorkommen. An der vorliegenden Abbildung habe ich zugleich

das Vorkommen der selbstbeweglichen Moleküle, wie in der Spitze bei c angedeutet, welche aber mit dem übrigen Inhalte der Pflanze verschmelzen, sobald es zur Saamenbildung kommt. An dem entgegengesetzten Ende habe ich noch eine selten vorkommende Bildung hineingezeichnet, nämlich das abnorme Vorkommen von Amylum-Kügelchen in Stelle der beweglichen Moleküle; diese Kügelchen sind bei d angegeben und die Substanz e war wie gewöhnlich grüngefärbt. Nähere Angaben über diesen Gegenstand im Texte.

Fig. 25. und 26. geben Darstellungen von jungen Closterien, welche sich aus solchen Häufchen von Sporen bildeten, wie wir sie bei i in der vorhergehenden Figur kennen gelernt haben. Trennen sich die Sporen, so wachsen sie einzeln, sonst aber zu 2, 3 und in noch gröfserer Anzahl; später trennen sie sich aber und nehmen dann ganz gewöhnlich ihre regelmäfsige Gestalt an.

Fig. 27., 28. und 29. geben einige Darstellungen der Conferva glomerata um die Abschnürung oder Selbsttheilung ihrer Glieder zu verdeutlichen, worüber schon im zweiten Theile pag. 346 die Rede war; die Abbildungen sind nach 200maliger Vergröfserung gemacht.

In Fig. 27. ist d der junge Ast, welcher durch seitlichen Auswuchs des Schlauches b entstanden ist. In Fig. 28. sieht man schon, dafs die beiden jungen Aeste an ihren Enden Einschnürungen zeigen, doch ist diese Art der Abschnürung nur selten; gewöhnlich geschieht sie durch Bildung einer Querwand, wobei der Umfang des Gliedes nicht verändert wird. In Fig. 29. ist der seitliche Ast a schon vollkommen abgeschnürt.

Fig. 30. Darstellung eines Exemplares von Scenedesmus magnus mihi; die eine der mittleren Zellen zeigt Sporen, die Fortpflanzung durch Selbsttheilung ist jedoch die gewöhnliche.

Dieses Pflänzchen hat Herr Prof. Ehrenberg auch als Infusionsthierchen beschrieben, und gegen alle herkömmlichen Gebräuche, mit einem neuen Namen belegt, nachdem es von mir schon vor 10 Jahren beschrieben und abgebildet worden war, und selbst alle Botaniker, welche über diesen Gegenstand geschrieben haben, diese Gattung als richtig anerkannt haben.

Fig. 31. Darstellung eines Euastrum's wie man es im Anfange des Sommers nicht selten in fliefsendem Wasser findet; alle die Kügelchen, welche im Inneren desselben enthalten waren, wurden durch Jodine schön blau gefärbt und bestanden also aus Amylum, was schon ganz allein hinreichend ist zu beweisen, dafs auch die Euastra zu den Pflanzen gehören.

Tab. XI.

Fig. 1. Darstellung eines Pollenkornes von Corylus Avellana. a, a, a die drei Oeffnungen der äufseren Haut.

Fig. 2. Darstellung eines Pollenkornes eben derselben Pflanze, worin jedoch die innere Haut an denjenigen Stellen, wo an der äufseren Haut die Oeffnungen a, a, a auftreten, zurückgezogen ist, was durch die Lage in c, c, c dargestellt ist. Durch Einwirkung von Säuren bringt man diese Einbuchtungen der inneren Haut gewöhnlich zur Anlagerung an die innere Fläche der äufseren Membran, wo sie dann in den Punkten bei a, a, a durchbrechen.

Fig. 3. Pollenkorn aus der Anthere von Fritillaria imperialis, etwa 12 Tage vor dem Aufbruche der Blume. Das Pollenkorn a a ist von ellipsoidischer Form, von glatter Oberfläche und aus zwei Häuten gebildet. c, c, c gröfsere Zellen mit ihren Kernen, welche im Inneren des Pollenkornes auftreten, und b, b sind Kügelchen der spermatischen Substanz.

Fig. 4. Ein reifes Pollenkorn der Fritillaria imperialis, welches auf seiner ganzen Oberfläche (c) mit kleinen Kügelchen bekleidet ist, die an der Seite, wie bei b b hervorragen. d d eine längliche Zelle, die im Inneren des Pollenkornes enthalten und aus einer von den kugelförmigen Zellen hervorgegangen ist, welche mit c, c, c in Fig. 3. bezeichnet sind. e e dicht daneben, ist eine ähnliche ausgewachsene Zelle, worin der Kern f gelagert ist; sowohl diese Zelle, wie die kugelförmige in g g mit ihrem Kerne h, waren durch Zerdrücken der Pollenkörner zum Vorscheine gekommen und dann sehr deutlich zu beobachten.

Fig. 5. Darstellung eines Pollenkornes von Juniperus communis, welches gleich nach der Berührung mit Wasser, eine Spalte (a b) in der äufseren Haut erhält, durch welche das darin sitzende Pollenkorn sogleich hervortritt.

Fig. 6. Dasselbe Pollenkorn von Fig. 5., nachdem es aus der äufseren Haut hervorgetreten war und durch Einsaugung von Wasser die Anschwellung der zweiten Haut a zeigte. Die Dicke dieser zweiten Haut beläuft sich von a bis b, und die Masse derselben, welche mit c, c bezeichnet ist, erscheint als eine durchsichtige Gallerte. d zeigt die dritte oder innere Haut und e ist der Kern im Inneren des Pollenkornes, umgeben von Saamenthierchen und spermatischer Substanz.

Fig. 7—10. Darstellungen verschiedener Pollenkörner von Larix europaea, wozu die ausführlichere Beschreibung auf pag. 188

und 189 gegeben ist. In Fig. 16. dicht daneben ist ein Theil eines solchen gewöhnlichen Pollenkornes bei sehr starker Vergröfserung dargestellt. a b die äufsere Membran, c d die mittlere Membran, woran unmittelbar die zarte innere Membran k k und die Zelle g h befestigt sind. i i sind die Anfänge der Seitenwände der zweiten Zelle, welche in Fig. 9. durch e f bezeichnet ist, und e f stellt die Spalte dar, welche in Fig. 9. als dunkeler Streifen bei b erschien.

Fig. 11. Darstellung eines Pollenkornes der Schlangengurke. a a a die äufsere Membran; b b, b b, b b, die Poren des Pollenkornes, durch welche die innere Membran in Form von Wärzchen, wie bei c, c, c hervortritt. Bei sehr starker Vergröfserung sieht man an den Poren eine Structur, wie sie in der Figur, dicht daneben dargestellt ist. e e ist die ganze Wand des Pollenkornes; f f der Rand der Pore, durch welche der Pollenschlauch g hervorkommt, und die Spalten bei h, h führen auf die Zusammensetzung der Membran e e aus zwei besonderen Schichten, so dafs also auch dieses Pollenkorn drei Häute zeigt.

Fig. 12. Darstellung eines Pollenkornes von Geranium rotundifolium; a a, a a, a a die drei Poren, aus welchen die innere Membran als beginnende Pollenschläuche b, b, b hervortritt. c, c, c die durchscheinende Linie, welche den Verlauf der Fläche der äufseren und inneren Membran andeutet, während d d d den Rand der zelligen Bildung zeigt, womit die ganze Oberfläche der äufseren Membran bekleidet ist, wie man es bei d d sieht. Die unterbrochenen Linien bei e e e, werden durch die seitliche Ansicht der dem Rande zunächst liegenden Schicht jener Zellen hervorgerufen, welche die ganze Oberfläche decken.

Fig. 13., 14., 15. Darstellungen von jungen Pollenkörnern der Oenothera biennis aus verschiedenen Entwickelungsstufen; in Fig. 13. ist noch nichts von einer zweiten Membran zu erkennen, welche schon in Fig. 14. sehr deutlich erscheint, und in Fig. 15. treten zuerst die drei Spitzen hervor, welche im ausgebildeten Zustande dieser Pollenkörner so höchst ausgezeichnet sind, wie z. B. in Fig. 18. In Fig. 15. ist das Zurücktreten der inneren Membran, wie bei d, d sehr auffallend.

Fig. 17. Zusammengewachsene Pollenkörner von Orchis Morio; die vier einzelnen Körner a, b, c und d verhalten sich in Hinsicht ihres Inhaltes sehr verschieden, derselbe zeigt sich in d als ein schaumartig gestalteter Schleim, während a mit spermatischen Kügelchen gefüllt ist u. s. w.

Fig. 18. Darstellung eines ausgewachsenen Pollenkornes von Oenothera biennis.

a, b, c die drei warzenförmigen Hervorragungen, deren Spitzen sich öffnen und die innere Membran hervortreten lassen. d die zweite oder mittlere Membran des Pollenkornes, und e f die äufsere Membran desselben. Nachdem das Pollenkorn einige Zeit hindurch im Wasser gelegen hatte, saugte es so viel davon ein, dafs die Spitze c die Form erhielt, welche durch die Linie g angedeutet ist. Im Inneren des Pollenkornes sind einige Saamenthierchen und mehrere spermatische Kügelchen dargestellt, womit sonst die ganze Höhle gefüllt ist.

Fig. 19. zeigt eine einzelne Spitze eines solchen Pollenkornes, aus welcher die innere Membran zur Bildung des Pollenschlauches hervortritt. Man kann hier sehr deutlich die drei Membranen unterscheiden, welche die Wände dieser Pollenkörner bilden. a b die Schnittlinie. c d der Rand der Pore der äufseren Membran; e f die mittlere Membran, deren Oeffnung in i k zu sehen ist und h der Schlauch der inneren Membran, welche die Oeffnungen der beiden äufseren Häute durchbricht. g ist der verdickte Rand, welcher in einer Verdickung der mittleren Membran besteht.

Fig. 20., 21. und 22. Darstellungen der Pollenkörner von Pinus sylvestris, wozu auf pag. 171 und 187 eine specielle Beschreibung gegeben ist.

Fig. 23., 24. und 26. Darstellungen von Pollenkörnern der Clarkia pulchella, wozu auf pag. 143 die speciellste Beschreibung gegeben ist.

Fig. 25. Ein Pollenkorn von Trillium erectum. a a die Wand des Pollenkornes; b b eine runde Zelle im Inneren des Pollenkornes und c der Kern dieser Zelle. Die Höhle des Pollenkornes ist mit spermatischer Substanz gefüllt und zeigt hie und da einige Oeltröpfchen.

Fig. 27. Darstellung eines Pollenkornes der Oenothera biennis von dem Rande aus gesehen. a a zeigt die Dicke des Pollenkornes, welches wir in den früheren Fällen der Fläche nach dargestellt haben, und b und c sind die grofsen warzenförmigen Hervorragungen, welche an ihren Spitzen Poren zeigen, wie bei d.

Eig. 28. Ellipsoidisches Pollenkorn von Ruellia barlerioides; a b die Spitzen und c, d und e die warzenförmig hervortretende innere Membran. Das Pollenkorn hat vier im Aequator sitzende Poren, welche gerade in der Mitte schmaler Falten gelagert sind. Die scheinbar zellige Bildung auf der Oberfläche ist überaus regelmäfsig gestellt.

Fig. 29. Ein reifes Pollenkorn von Campanula Medium; a, b und c sind die drei Poren mit verdickten Rändern, welche diesen Pollenkörnern regelmäfsig zukommen, und d d, d d, d d sind Ränder, welche durch Zurücktreten der inneren Membran gebildet werden, wie es z. B. in Fig. 15. bei d und d u. s. w. deutlicher zu erkennen ist.

Fig. 30. Pollenkörner von eben denselben Pflanzen mit ausgebildeten Pollenschläuchen, welche aus den Poren hervorgekommen sind; dadurch sind die Höfe d d, d d der vorigen Figur verschwunden, und die innere Membran hat sich auf die Linie d e, f g, h i, zurückgezegen.

Fig. 31. Darstellung eines Pollenkornes der Cobaea scandens, welche freilich noch immer viel zu wünschen übrig läfst; besonders hat der Kupferstecher ermangelt die Zeichnung sorgfältig genug auszuführen.

a, a, a, a sind Poren, welche ziemlich regelmäfsig zerstreut auf der Oberfläche auftreten; b, d, e, f, g und h sind zellenartige Felder, welche um ein ähnliches Feld c c gelagert sind, worin die Pore a auftritt.

k, k, i sind ähnliche Felder, welche dem Rande nahe liegen und ihre seitlichen Einfassungen mehr oder weniger deutlich zeigen. l l l bezeichnet diese Seitenwände des Feldes k noch specieller; o o o o zeigt eine Kreislinie, welche den Umfang der Fläche der äufseren Membran dieses Pollenkornes angiebt und der Rand, welcher durch m m n bezeichnet ist, giebt nun die Höhe der Seitenwände an, welche die zellenartigen Felder einschliefsen, deren Structur auf pag. 151 specieller beschrieben ist.

Fig. 32. Ein reifes Pollenkorn der Kürbifspflanze. Die Oberfläche der äufseren Membran ist mit Stacheln und dazwischen mit einer grofsen Anzahl kleiner punktförmiger Wärzchen bekleidet. An drei verschiedenen Stellen des Randes haben sich die Poren geöffnet und die Deckel derselben sind durch die warzenförmig hervortretenden inneren Häute emporgehoben.

f f Umfang einer Pore, h Deckel derselben und i die mittlere Membran, welche warzenförmig hervortritt. g g eine andere Pore; h der dazu gehörige Deckel, k die hervortretende Warze und l die hervortretende innere Membran mit der Fovilla.

Fig. 33. Ein junges Pollenkorn der Kürbifspflanze noch innerhalb der Mutterzelle a a; die Stacheln sind noch sehr klein und von den kleinen Wärzchen ist noch nichts zu sehen.

Fig. 34. Darstellung eines Pollenkornes von Commelina coelestis; nähere Beschreibung dazu findet sich auf pag. 169.

Tab. XII.

Fig. 1 bis 12. geben Darstellungen zur Bildungsgeschichte der Anthere und des Pollen's der Kürbifspflanze, wovon im Texte von pag. 119 bis 129 und von 134 bis 137 ausführlich die Rede ist, so dafs ich darauf verweisen kann.

Fig. 13. Darstellung eines Theiles der Epidermis der oberen Blattfläche einer noch unbestimmten Tradescantia. Man sieht in der Mitte einer jeden dieser Zellen einen scheibenförmigen Kern, und am Rande dieser Kerne, wie bei d und e treten kleine und sehr regelmäfsig gestellte Kügelchen auf, welche sich später immer mehr vergröfsern bis die ganze Substanz des Kernes resorbirt ist. Bei g hat sich ein Theil des Kernes zu Schleim aufgelöst und dieser hat eine zellenartige Blase gebildet.

In mehreren Zellen sieht man überaus feine Saftströme, welche in verschiedenen Richtungen von dem Kerne nach den Seiten der Zellen und auch umgekehrt verlaufen. Mehrere dieser Ströme sind durch die Richtung der Pfeile angegeben.

Fig. 14. Ein Theil eines Schnittes aus dem Rande einer ganz jungen, etwa erbsengrofsen Kartoffel. In den Randzellen bei d und c sieht man die vollständigen Zellenkerne, in deren Scheiben sich äufserst feine Pünktchen einer festeren Substanz zeigen; bei e, f und g sind diese Körperchen schon bedeutend gröfser geworden und bestehen aus Amylum; bei h liegen die gröfser gewordenen Amylum-Kügelchen noch ziemlich in derselben Lage, in welcher sie am Rande der Kernscheiben auftreten und die Substanz des Kernes ist vollständig resorbirt. Bei i und k ist die Substanz des Kernes resorbirt und die Amylum-Kügelchen nehmen schon eine unregelmäfsige Lagerung an.

Fig. 15. Zwei Pollenschläuche von Helianthemum canariense, welche aus der Micropyle hervorgezogen wurden und mit einander vollständig verwachsen waren.

Fig. 16. Darstellung der Mikropyle von Cistus hirsutus, in welcher sich eine Menge von vielfach gewundenen und gedrehten Pollenschläuchen befinden; es waren im Ganzen 9 bis 10, wovon aber nur 4 in ihrem Verlaufe dargestellt sind.

Fig. 17. Darstellung einiger Pollenfäden aus der Anthere der Chara vulgaris, wozu auf pag. 220 die specielle Beschreibung gegeben ist.

Fig. 18—21. Einzelne Enden von Pollenfäden der Chara vulgaris aus verschiedenen Entwickelungszuständen. In Fig. 20.

sind die Zellchen im Inneren der einzelnen Glieder vollkommen ausgebildet, aus welchen die Saamenthierchen hervorgehen, die in dem Faden von Fig. 18. vollständig entwickelt zu sehen sind. Bei c und d treten einzelne dieser Saamenthierchen aus ihren Gehäusen hervor.

Fig. 22—28. Darstellung von Saamenthierchen der Chara vulgaris, wozu im Texte pag. 222 u. s. w. die specielle Beschreibung enthalten ist.

Fig. 29. Saamenthierchen von Sphagnum acutifolium, wozu auf pag. 211 die Beschreibung gegeben ist.

Fig. 30. Darstellung des Pollen's und der Saamenthierchen von Marchantia. S. pag. 213—216.

Fig. 31. Saamenthierchen von Hypnum cupressiforme, wozu pag. 209 weitere Nachweisung gegeben ist.

Fig. 32. und 33. Saamenthierchen von Polytrichum commune noch in ihren Zellen liegend. S. pag. 210 im Texte.

Fig. 34. a b c d stellt einen Theil einer Anthere von Polytrichum commune dar, aus welcher die Pollenzellen mit noch unvollkommen ausgebildeten Saamenthierchen hervortreten.

Fig. 35. Darstellung der Mutterspore von Pellia epiphylla, noch sitzend auf dem Stiele a b, der künftig zum Schleuderer wird. Die Mutterspore ist eben in der Theilung begriffen; die Anfänge von drei neuen Sporen sind zu sehen, die vierte Spore liegt dahinter verborgen. c, d und e sind die drei vorliegenden Theile, welche sich in f, g und h durch Selbsttheilung abschnüren.

Fig. 36. und 37. zeigen ähnliche Bildungen der Sporen eben derselben Pellia durch Selbsttheilung.

Fig. 38. giebt eine Darstellung der Mutterspore von Sphagnum acutifolium; a, e und f sind diese Muttersporen, welche sich später ebenfalls durch Selbsttheilung in vier besondere Sporen trennen. a b und der Seitenast c sind confervenartige Fäden, welche in späteren Zeiten der Saamenentwickelung verschrumpfen, aber offenbar mit den Schleuderern der Jungermannien in Analogie zu stellen sind.

Fig. 39. und 40. Saamenthierchen von Aneura pinguis; a und b sind zwei horizontal liegende Saamenthierchen und c und d sind zwei dergleichen auf die Kante gestellte, wozu im Texte nähere Nachweisung gegeben ist. a, b, c und d Fig. 40. zeigen diese Saamenthierchen im auseinander gezogenen Zustande.

Tab. XIII.

Fig. 1. und 2. a a die Oberfläche der Placenta von Capsella Bursa pastoris; von derselben aus wachsen konische Wärzchen hervor, welche aus einer einfachen Schicht von Zellen zu bestehen scheinen, denn die Schattirung im Inneren läfst darauf schliefsen, dafs sie hohl sind, und diese Wärzchen bilden den Anfang des Kernes (Nucleus) des künftigen Saamens. Der Kern in Fig. 2. ist in noch jüngerem Zustande und zeigt überall in seinen Zellen kleine Kerne.

Fig. 3. Die Nuclei der Saamen eben derselben Pflanze, nur in einem weiter vorgerückten Zustande; c nur etwas mehr vergröfsert; bei den Eykernen d und f bemerkt man dagegen schon Anschwellungen der Zellenmasse in e und g, aus welchen später die Saamenhüllen hervorwachsen.

Fig. 4. und 5. zeigen zwei Eychen eben derselben Pflanze, wo die Nuclei, b, b an ihrer Basis schon mit zwei verschiedenen Zellenschichten c c, c c und d d, d d überzogen sind, während sich die Basis derselben zugleich verlängert und in Form eines Stieles a, a, von der Placenta abgeschnürt hat. Die Zellenschichten c c und d d bilden den ersten Anfang der Eyhüllen; sie sind in ihrer Verlängerung nach der Spitze des Nucleus so verschieden, dafs, wie Fig. 6. in einem weiter vorgerückten Zustande zeigt, die äufsere Haut d d weit über die innere hinweggewachsen ist.

Fig. 6. zeigt schon ein deutlicheres Hervortreten des Stieles a, mit welchem das Eychen an der Placenta befestigt ist, und dieser Stiel ist die Nabelschnur (funiculus umbilicalis) des Saamens. Man sieht ferner das Ueberwachsen der Eyhüllen über den Nucleus, welches in Fig. 7. schon vollständig ausgeführt ist, so dafs keine Spur des Nucleus zu sehen ist. Zugleich bemerkt man die Krümmung der Achse des Eychen's in e, der Basis des Nucleus und des Endes der Nabelschnur, während Fig. 7. zeigt, dafs die Krümmung später vollständig in der Achse des Eychen's liegt.

Fig. 7. Darstellung einer weiteren Entwickelungsstufe des unbefruchteten Eychen's eben derselben Pflanze; a a die Nabelschnur, b b der Rand der äufsersten Saamenhülle, c die Oeffnung derselben (Exostomium) oder die Mikropyle.

Fig. 8. Darstellung eines Eychen's eben derselben Pflanze gleich nach der Befruchtung.

a a die Nabelschnur, b ein kleines Bündel einfacher Spiralröhren, die bei c enden, wo die Basis des Eychen's befindlich ist.

dd die Spitze des Eychen's, bestehend in dem Rande der herübergewachsenen äufseren Saamenhülle; e die Oeffnung in der Hülle und f ein Pollenschlauch der in die Oeffnung hineingedrungen ist.

gg die Spitze der inneren Saamenhülle, deren Basis in hh zu sehen ist. i die sogenannte Chalaza, ein gelblich grüner Flecken aus sehr weichem Parenchym gebildet. kk die noch übrig gebliebene zarte Haut des ursprünglichen Nucleus, der also in kk unmittelbar auf der Chalaza sitzt, sich in l vollständig umgebogen hat und in mm sein Ende erreicht, soweit dieses hier zu verfolgen war. n eine cylindrische Röhre, enthaltend drei neben einander liegende vollständige Zellenkerne; diese Röhre steht unmittelbar in Berührung mit dem eingedrungenen Pollenschlauche.

Fig. 9. Eine Ansicht der Spitze des vorher beschriebenen Saamens, von Oben gesehen, so dafs man in die Oeffnungen der beiden Saamenhüllen, aaa die äufsere und bbb die innere, hinein sehen kann.

Fig. 10. Darstellung der Spitze des Nucleus, die zufällig abgeschnitten war und so lag, dafs man dieselbe von Oben sehen konnte; man erkennt hieran, dafs der Nucleus dieses Eychen's aus einer einfachen Zellenschicht besteht.

Fig. 11—16. geben verschiedene Zustände der Entwickelung des Embryo der Capsella, welche im Texte pag. 309 u. s. w. näher beschrieben sind.

Fig. 17. und 18. zeigen das Hervorwachsen der Cotyledonen und

Fig. 19. und 20. zeigen den ausgebildeten Embryo mit seinen Cotyledonen und dem allmälichen Auftreten des ersten Knotens in c; in Fig. 20. sieht man die beginnende Krümmung des Embryo's, der zuletzt vollständig zusammen gebogen erscheint, ganz folgend dem Laufe der Nucleus kk mm in Fig. 8.

Fig. 21. zeigt den frühesten Zustand des Embryo's (a) mit seinem Träger (b c) aus dem Saamen der Draba verna; in Fig. 22. ist der Embryo schon aus mehreren Zellen bestehend und in Fig. 23. bildet er schon eine grofse, aus vielen Zellen zusammengesetzte Kugel, welche an ihrem Träger bc befestigt und bis b hier im Inneren des Eychen's befindlich ist; der Schlauch von d bis b ist der Pollenschlauch, der hier in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Träger des Embryo erscheint und aus der Mikropyle des Eychen's hinausragt.

Fig. 24. Erstes Auftreten der Cotyledonen c, b; a die untere Spitze des künftigen Stengels, woraus sich die Wurzel entwickelt.

Fig. 25. Eine Blüthenknospe von Papaver somniferum in natürlicher Gröfse.

Fig. 26. und 27. Die unbefruchteten Eychen (nach 100maliger Vergröfserung) aus jener Blüthenknospe.

aa die Oberfläche der Placenta; b, b der Nucleus; c c die innere Saamenhülle und bei d das erste Auftreten der äufseren Saamenhülle, welches sich in einer Anschwellung des Zellengewebes darstellt.

Fig. 28. Ein unbefruchtetes Eychen in einem höheren Alter. a a die Oberfläche der Placenta, b der Stiel des Eychen's, die eigentliche Nabelschnur, welche sich gekrümmt hat, so dafs der Nucleus c seine frühere Richtung um 90 Grade geändert hat. d die innere Saamenhülle, d e die äufsere Saamenhülle.

Fig. 29. Ein unbefruchtetes Eychen eben derselben Pflanze in einem noch weiter ausgebildeten Zustande nach 350maliger Vergröfserung gezeichnet. a a das Ende des Funiculus umbilicalis und die daran stofsende Basis des Eychen's. b der Nucleus, c c die innere Saamenhülle, d d die äufsere Saamenhülle. Man kann in der Zeichnung sehen, dafs der Nucleus und die innere Hülle von der äufseren bis zu ihrer Basis hin umschlossen werden.

Fig. 30. Ein Saamen von Papaver nudicaule, der beinahe vollkommen reif ist; a b das Ende des Funiculus umbilicalis, der bis b verläuft, in seiner ganzen Länge mit dem concaven Rande des Saamens c d verwachsen ist und die Rhaphe bildet. c die Basis des Saamens und e die Spitze desselben, welche sich bedeutend hackenförmig gekrümmt hat; es war die Micropyle, entstanden aus der äufseren Hülle, welche von der Basis c über das ganze Eychen hinübergewachsen ist. Die Zellen dieser äufseren Hülle erhalten sämmtlich im ausgebildeten Zustande wellenförmig gebogene Seitenwände, wie die bei e e.

Fig. 31. Ein unbefruchtetes junges Eychen von Orchis Morio L a a der Funiculus umbilicalis, der sich von a bis d so stark gekrümmt hat, dafs der Nucleus b um mehr als 130 Grad seine ursprüngliche Richtung verlassen hat. Der Nucleus zeigt durch die schmalen Randzellen, dafs er in diesem Alter aus einer einfachen Zellenschicht besteht und hohl ist. Bei d sieht man das erste Auftreten der äufseren Saamenhülle, welches sich in der Bildung und seitlichen Hervorschiebung der Zellen von der Basis der inneren Hülle c c darstellt.

Fig. 32. Ein unbefruchtetes Eychen eben derselben Pflanze in einem späteren Zeitraume. a a die Nabelschnur, b die Spitze des Nucleus, bis zu welcher die innere Saamenhülle c c herübergewachsen ist und d d der Anfang der äufseren Saamenhülle.

Fig. 33. Ein noch weiter vorgerückter Zustand, wo c die Spitze

des Nucleus, d d die Oeffnung der inneren Saamenhülle und e den Rand der äufseren darstellt.

Fig. 34. Ein Eychen von Orchis Morio, welches seit kurzer Zeit befruchtet ist; a die Basis desselben, b b der offen gebliebene Rand der äufseren Hülle, welche hier die Micropyle bildet; c c der offene Rand der inneren Hülle und d d ein feiner Sack, welcher von der Zellenschicht des Nucleus zurückgeblieben ist. g der Pollenschlauch, dessen Verlauf durch die Oeffnung der äufseren und der inneren Eyhülle bis zum Punkt e ganz vollständig zu bemerken ist; von e bis h erscheint die Fortsetzung des Pollenschlauches als ein dünner, schon zusammengedrückter Faden, und von h an erscheint ein kleines Klümpchen einer gelblichen gummiartigen Substanz, welche gerade auf der Spitze des schon durchbohrten oder geöffneten Nucleus aufliegt und unterhalb in der Blase, welche zwischen d d liegt, die erste Spur des Schlauches zeigt, dessen weitere Ausbildung zum Träger und zum Embryo in den Fig. 35. und 36. dargestellt ist.

Fig. 35. a b eine feine Haut, gleichend dem Embryosacke, aber entstanden aus der Nucleus-Haut. d d der Schlauch, aus dessen angeschwollenem Ende, worin zwei Zellenkerne befindlich sind, der Embryo hervorgeht.

Fig. 36. Der Embryo schon etwas gröfser ausgebildet, e die Spitze des Schlauches und das Ende f der auftretende Embryo, der schon in diesem Zustande jede Spur der Nucleus-Haut verdrängt hat und unmittelbar in der zweiten Saamenhülle gelagert ist, deren zunächst liegende Zellen a b c d dargestellt sind.

Fig. 37. Die obere Hälfte des Embryosackes mit dem darin enthaltenen Embryo und der ersten Bildung des Eyweifskörpers von Alsine media.

Fig. 38—43. geben Darstellungen über die früheren Zustände kurz vor und nach der Befruchtung des Embryosackes der Alsine media, worüber im Texte pag. 310 gesprochen ist.

Fig. 44. und 45. Darstellung der Spitzen des Embryosackes von Helianthemum canariense mit dem darin hängenden Embryo im Rudimentzustande; a a die Haut des Sackes, an welcher die Spitze b des Embryoträgers befestigt ist; in einem etwas spätern Zustande löst sich die Spitze von dem Embryosacke wie in Fig. 45. c in Fig. 44. der erste Anfang des Embryo's, c in Fig. 45. eine weitere Ausbildung desselben. d in Fig. 44. das erste Auftreten des Eyweifskörpers, und d in Fig. 45. die weitere Ausbildung desselben.

Fig. 46. und 47. Darstellung des Zusammenhanges des Pollen-

schlauches von Mesembryanthemum glomeratum mit der Spitze des Embryosackes und dem darin liegenden Embryo. a bis b Verlauf des Pollenschlauches aufserhalb des Saamens; b die Stelle der Mikropyle, dargestellt durch die obere Oeffnung der inneren Saamenhülle; d e die Membran des Embryosackes, dessen Spitze von dem fufsförmig zur Seite gebogenen Ende des Pollenschlauches c mit der Membran des Embryosackes unmittelbar verwächst und in Folge dessen sich das Bläschen f im Embryosacke bildet.

Fig. 48. Darstellung des Zusammenhanges des Pollenschlauches a b mit der Spitze des Embryosackes c d, und Auftreten des Keimbläschens bei Helianthemum canariense.

Fig. 49. Eine ähnliche Darstellung aus einem anderen Eychen.

Fig. 50. Darstellung der Spitze des Embryosackes der genannten Pflanze mit dem auswachsenden Keimbläschen, welches sich in den Schlauch c d ausdehnt, in dessen Ende die Anschwellung d hervortritt, woraus später der Embryo wie in c Fig. 45. gebildet wird.

Tab. XIV.

Fig. 1. Eine weibliche Blüthe der Urtica urens in ihrem frühesten Auftreten; a der Blüthenstiel, b, c und d drei Deckblätter, während das vierte auf der hinteren Fläche der Knospe liegt. Höchst auffallend erscheint es, dafs die Gröfse dieser Deckblätter so sehr verschieden ist, obgleich dieselben später zu zwei und zwei gleichgrofs gegenüber stehen.

e Die Spitze des Eychen's und e f das herüberwachsende Pericarpium.

Wie es mir scheint, so ist es an den weiblichen Blüthen der Nessel der Kern des Eychen, als Spitze des Blüthenstieles, der stets zuerst gebildet wird; um ihn herum wachsen zuerst die künftigen Deckblätter der Frucht, dann bildet sich das Pericarpium und hiemit beginnt auch die Bildung der Eyhüllen.

Fig. 2. Zeigt die Bildung des Pericarpium's a b c um den darüber hinausragenden Kern d; auf der Seite von c wächst ein Theil des Randes früher über den Kern, und die oberflächlichen Zellen dieses Theiles, welche in dieser Abbildung schon bedeutend angeschwollen erscheinen, wachsen später zu dem Büschel von Härchen aus, welche die Carpellöffnung umkränzen und zugleich die Narbe bilden.

Fig. 3. zeigt das soeben ausgebildete Pericarpium, dessen Oeffnung bei a seitlich dem grofsen Haarbüschel b gelagert ist. In der Höhle des Pericarpium's liegt das junge Eychen, dessen

innere Hülle schon bis zur Spitze f, die äufsere Hülle dagegen nur bis c d ausgewachsen ist. In diesem jungen Zustande schliefsen, wie es auch die Zeichnung zeigt, die Wände des Pericarpium's genau um die Fläche des Eychen's.

Fig. 4. Darstellung einer ausgebildeten weiblichen Blüthe der Nessel zur Zeit der Befruchtung. a a Das Pericarpium mit der darauf sitzenden Narbe b; c die Nabelschnur, d die Basis des Kernes und zugleich der drüsige Theil der Chalaza. e f äufsere Eyhülle mit dem Exostomium g g. h die Spitze des Kernes überzogen mit der inneren Hülle.

i i der Blüthenstiel, k das in denselben verlaufende Spiralröhrenbündel, welches einige Gefäfse zur Nabelschnur abgiebt, während die übrigen in die vier Deckblätter der Frucht übergehen. l, l, sind die Stumpfe der zwei grofsen Deckblätter, welche die ganze Frucht umfassen; die zwei kleinen, welche mit den ersteren gerade abwechselnd stehen, sind hier ganz weggelassen. In einem früheren Zustande sind alle vier Blättchen von gleicher Gröfse, dann aber bleiben die beiden untersten in der Ausbildung stehen, während die beiden oberen zu den grofsen, concaven, die beiden Seiten des Pericarpium's genau einschliefsenden Blättern ausgebildet werden.

Fig. 5. Die Spitze eines befruchteten Eychen's der Nessel.

a b c der ungleiche Rand der äufseren Eyhülle, welcher in Fig. 7. nochmals und für sich allein von einem anderen Individuum dargestellt ist; die Hülle besteht aus zwei Zellenschichten, deren äufsere in der Zeichnung dargestellt ist.

d e die Spitze des Kernes bekleidet mit der inneren Eyhülle, wovon nur die über den Kern seitlich hinausragenden Zellen dargestellt sind, damit nicht der Kern h f g ganz verdeckt wird.

i i i die Spitze des Embryosackes mit dem Embryo k, dessen langer Träger l an dem Mikropylende stark verdickt ist. m m die freie Höhle im Embryosacke, welche sich mit dem Eyweifskörper füllt.

Fig. 6. Darstellung des von seinen Hüllen entkleideten Kernes eben derselben Pflanze.

d der markige oder drüsige Theil der Chalaza.

h die Spitze des Kernes, i i i der Embryosack im Inneren des Kernes.

k das Chalaza-Ende des Embryosackes. l, l, grofse einzelne und zusammengruppirte Zellchen, welche sich an der inneren Fläche des Embryosackes mit der übrigen noch schleimigen Masse des Eyweifskörpers m ausbilden, an Zahl immer zunehmen und zuletzt die ganze Höhle füllen, wie es im Texte näher beschrieben ist.

n der Embryo auf seiner zweiten Entwickelungsstufe, aufgehängt an dem kurzen Träger o.

Fig. 8. Darstellung der ziemlich reifen Frucht der Nessel nach einer 81maligen Vergröfserung.

a a das Pericarpium, b die zusammengetrocknete Narbe, welche bei Fig. 4. im vollkommenen Zustande dargestellt ist.

c das Nabelgefäfs, welches in die Chalaza d hineingeht.

e f sämmtliche zusammengewachsene Eyhüllen, nämlich die beiden eigentlichen Hüllen, die Kernhaut und der Embryosack.

g g zeigt noch den Rand der äufseren Eyhülle, h die Spitze des Kernes.

i i der Blüthenstiel mit dem Gefäfsstrange k; bei q q ist derselbe abgeschnürt, was sich erst nach der Befruchtung zu bilden scheint.

l l die beiden kleinen Deckblätter, welche auf den Kanten des Saamens liegen, während die beiden grofsen Deckblätter, welche die beiden Seitenflächen desselben vollkommen einhüllen, abgeschnitten sind; bei m war der Insertionspunkt des einen und auf der entgegengesetzten Seite der des anderen.

n n n der mit dem Eyweifskörper gefüllte Raum des Embryosackes, worin aufserdem der Embryo gelagert ist, dessen Wurzelende o an der Spitze des Kernes k befestigt ist. p der eine Cotyledon, hinter welchem der andere von gleicher Form und Gröfse gelagert ist.

Fig. 9. Darstellung des weiblichen Fructificationsorganes von Polygonum aviculare kurz vor der Befruchtung.

a a das Ovarium, b, b, b die drei darauf sitzenden kurzen Griffel mit den kugelförmigen Narben d, d, d.

e die Nabelschnur, welche als Fortsetzung des Blüthenstieles bei g die Chalaza und damit die Basis des Eychen's bildet.

f f die äufsere Eyhülle mit dem Exostomium c; h das Endostomium und i die Spitze des Kernes.

Fig. 10. Ein befruchtetes Eychen eben derselben Pflanze und nach eben derselben Vergröfserung dargestellt. Es zeigt diese Figur, sowie die Figuren 11., 12. und 13. die allmäliche Ausbildung des Embryo's und die damit begleitete verhältnifsmäfsige Vergröfserung des Saamens; die Bezeichnungen sind in allen diesen Abbildungen gleich; a zeigt die Spitze des Eychen's, b die Chalaza, c die Nabelschnur, d den Embryo und e den Raum im Inneren des Embryosackes, der mit dem Eyweifskörper ausgefüllt ist.

Fig. 14., 19. und 20. geben Darstellungen von den Eychen der Eschscholtzia californica; in Fig. 14. ist das Eychen vollständig gegenläufig; bei a ist die Chalaza oder das Ende der Nabel-

schnur a d, welche sich bei c so vollständig gekrümmt hat, dafs die Spitze (b) des Eychen's dadurch die entgegengesetzte Lage erhalten hat. Es hat an diesem Eychen noch keine Verwachsung der Nabelschnur mit dem Eychen stattgefunden, was später wie Fig. 20. zeigt, der Fall ist. In Fig. 19. hat das Eychen beinahe noch die ursprüngliche aufrechte Stellung, indem die Krümmung der Nabelschnur c nicht stattgefunden hat, jedoch ist der Anfang derselben schon bemerkbar. In Fig. 20. ist das Eychen ungefähr aus derjenigen Zeit abgebildet, wenn die Befruchtung vor sich geht. a zeigt die Basis, b die Spitze des Eychens, welches durch Krümmung der Nabelschnur in c gegenläufig geworden ist. Die Nabelschnur c d ist bis e mit der äufseren Hülle des Eychen's verwachsen und stellt dadurch die Rhaphe dar.

Fig. 15. Darstellung eines doppelt gekrümmten Eychen's. a b Die freie Nabelschnur, e die Basis des Eychen's, welches seitlich von d bis a mit der Nabelchnur verwachsen ist, die dadurch die Rhaphe bildet. Das, durch die Krümmung der Nabelschnur gegenläufig gewordene Eychen, wird wieder durch die nochmalige Krümmung der Nabelschnur bei c in die ursprüngliche Lage gebracht, so dafs die Spitze (f) desselben wieder nach Oben zu stehen kommt.

Fig. 16. Darstellung eines Längenschnittes aus einem befruchteten Eychen von Ricinus communis.

a a das Exostomium, b b das Endostomium und h die Spitze des Kernes, dessen Verlauf durch g g weiter unten bezeichnet ist. Beide Eyhüllen sind aus mehreren Zellenschichten zusammengesetzt; die äufsere a b c d, aus zwei, von welcher die obere später zur glänzenden Testa wird. Die innere Eyhülle d b g, d b g ist dagegen eine dicke zellige Haut und an dem Kern ist die langgezogene Spitze, welche bis in das Endostomium reicht, besonders auffallend.

k i i zeigt den Embryosack im Inneren des Kernes und den in k sitzenden Embryo.

Fig. 17. Darstellung eines Längenschnittes aus dem Kerne eben derselben Pflanze um daran die allmäliche Bildung der Höhle für die Aufnahme des Embryosackes zu zeigen.

a a b b zeigt den Umfang der Kernmasse, deren Zellen wie bei c, c, geformt sind, wenn sich aber in der Mittellinie (d e) des Kernes die Höhle g bildet, in welcher der Embryosack d hinabsteigt, so lösen sich die einzelnen Zellen, runden sich ab und strecken sich zu länglich elliptischen Formen.

Fig. 18. Darstellung der Spitze des Nucleus von Polygonum orientale; a a zeigt den leyerförmigen Embryosack im Inneren

des Nucleus, und der Pollenschlauch b steigt durch das Zellengewebe der Kernspitze hindurch. c einzelne kubische Crystalle, welche fast regelmäfsig im Embryosacke dieser Pflanze zu finden sind.

Fig. 21. Darstellung des krummläufigen Eychen's von Chenopodium viride; a b die Nabelschnur, c die Basis des Eychen's, d die Spitze desselben, welche hier durch das Endostomium gebildet wird, das über das Exostomium e e hinausragt. Man sieht an dieser Darstellung ganz deutlich, dafs bei krummläufigen Eychen das Eychen selbst in seiner Achse gekrümmt ist.

Fig. 22. Das Ovarium von Chenopodium viride nach einer hundertmaligen Vergröfserung. a der Frucht- oder Blumenstiel, b die Nabelschnur, welche auf der unteren Fläche des Ovarium's liegt und meistens ¼ des Kreises an Länge beträgt, woran denn das Eychen horizontal liegend befestigt ist. Die Abbildung des Eychen's in der vorhergehenden Figur, stellt dasselbe von Oben gesehen dar.

Fig. 23. und 24. findet im Texte pag. 316 nähere Nachweisung.

Fig. 25. und 26. Vereinigung der Pollenschläuche mit den Embryosäcken bei Cistus hirsutus.

Fig. 27. und 28. Vereinigung der Pollenschläuche mit den Keimbläschen bei eben derselben Pflanze.

T a b. XV.

Fig. 1. Darstellung eines Längenschnittes aus dem in der Befruchtung begriffenen Eychen der Kaiserkrone (Fritillaria imperialis L.). Die äufsere sehr fleischige und grüngefärbte Eyhülle ist entfernt und a b c d zeigt die obere Hälfte der inneren Hülle mit ihrem Endostomium a b.

e f g der Kern des Eychen's mit der darin auftretenden Höhle für die Bildung des Embryo's und des Eyweifskörpers.

h das Ende des Pollenschlauches i, welcher bei k in das Endostomium dringt, sich zwischen den Zellen der Kernspitze hindurchdrängt und so in die Höhle des Kernes hineingelangt.

Fig. 2. Eben derselbe Pollenschlauch, welcher in Fig. 1. die Befruchtung bewirkte, herausgezogen aus dem Eychen und für sich allein dargestellt. a b zeigt die normale Gröfse, c das Ende des Schlauches, welches in die Höhle des Kernes hineinragte; an der Stelle d ist der Schlauch zusammengedrückt von der Spitze des Kernes, welches sich nach erfolgter Befruchtung sehr häufig zeigt. Bei e, über a hinaus, ist der Schlauch zusammengeschrumpft.

Fig. 3. Darstellung eines kleinen Theiles der Nucleus-Spitze von der Fritillaria imperialis; a b die äufserste Zellenschicht

desselben, welche unmittelbar an der inneren Eyhülle gelagert ist.

ef der junge Embryo auf dem Uebergange aus der ersten Entwickelungsstufe in die zweite, er besteht aus drei einfachen Zellen, welche einen fein gekörnten Schleim und einige Zellenkerne, wie h, h, bilden, der Pollenschlauch ist ebenfalls noch bei g mit der ersten Zelle des Embryo's verbunden. In der Fig. 6., dicht daneben, ist ein solcher noch jüngerer Embryo aus einem anderen Individuum dargestellt, er besteht nur aus zwei Zellen, einer gröfseren und ursprünglichen, und einer zweiten und kleineren.

c d zeigt den Eyweifskörper, welcher die ganze Kernhöhle rund um den jüngeren Embryo herum ausfüllt und immer mehr an Gröfse zunimmt, je mehr die seitlichen Zellen des Kernes, wie zwischen i und k colliquescirt werden.

Fig. 4. Der junge Embryo der Fritillaria in seiner weiteren Ausbildung, aber noch mit einem Reste des Pollenschlauches c in Verbindung.

Fig. 5. Der junge Embryo aus eben derselben Pflanze in seiner zweiten Entwicklungsstufe und nach einer schwachen Vergröfserung dargestellt. a b ist hier vielleicht gleichsam als Träger und c d als eigentlicher Embryo anzusehen, dessen Zellen noch ganz mit Zellenkernen gefüllt sind.

Fig. 6. Das erste Auftreten des Embryo's in dem Saamen der Fritillaria gleich nach dem Eindringen des Pollenschlauches in die Kernhöhle.

Fig. 7. und 8. zeigen die erste Bildung des Embryo's aus der Tulpe, wo es sich ganz ähnlich wie bei der Kaiserkrone verhält; in Fig. 7. ist bei b die Anschwellung des Pollenschlauches, welche als Basis für die Bildung der übrigen Zellen benutzt wird.

Fig. 9. Darstellung einer einzelnen grofsen Zelle aus dem Eyweifskörper der Kaiserkrone. a a die Zellenwand, b die Zellenkerne, worin sich Amylum-Kügelchen bilden, und c, d u. s. w. zarte Schleimfäden, welche den Kern mit der Oberfläche der Zellenwand in Verbindung setzen und ebenfalls Kügelchen enthalten.

Fig. 9*. Darstellung eines Längendurchschnittes des Eychen's unserer gewöhnlichen Schneidebohne (Phaseolus vulgaris L.) nach einer 36maligen Vergröfserung, um daran die ungefähre Lage der einzelnen Theile zu zeigen, von welchen in den angrenzenden Figuren vollständigere Abbildungen gegeben werden.

a a die äufsere Eyhülle, b b die innere Eyhülle, c die Basis des Kernes, d das Ende der Nabelschnur e, welche von m bis d mit der äufseren Eyhülle verwachsen ist und die Rhaphe bildet.

f der Nucleus, g der daraus hervorwachsende Embryosack, dessen Spitze l bis zum Exostomium k verläuft. Von i i bis k bildet die innere Eyhülle eine besondere kegelförmige Umkleidung der Spitze des Embryosackes, deren Endostomium bis zum Exostomium verläuft.

Fig. 10. zeigt den Kern mit dem daraus hervorwachsenden Embryosacke aus dem in voriger Figur dargestellten Eychen; a a die Basis des Kernes, b b die Spitze desselben und c der Anfang des Embryosackes d, welcher zur Zeit der Befruchtung, als eine grofse sichelförmige gekrümmte Zelle erscheint.

Fig. 11. Die Spitze des Embryosackes aus dem Eychen von Phaseolus vulgaris, einige Zeit nach der Befruchtung dargestellt.

a die Spitze, b c das abgeschnittene Ende des Embryosackes.

d, d, der Eyweifskörper, bestehend aus Zellchen, welche sich gegenseitig an einander gelegt haben, zum Theil Zellenkerne enthalten, zum Theil nur mit einer feingekörnten, etwas grünlich gefärbten Schleimmasse gefüllt sind, die hauptsächlich den Seitenwänden anliegt. Die ersten Zellen des Eyweifskörpers treten als ellipsoidische Bläschen mit einem oder mit zwei Kernen auf, wie bei e, welche sich dann, bei der allmälichen Vergröfserung gegenseitig aneinander legen und zuerst die innere Fläche des Embryosackes bekleiden; zwischen diesen noch vereinzelt liegenden Zellchen zeigt sich eine feingekörnte, nebelartige Schleimmasse. Auffallend erscheinen mir die Zellen bei g, welche, wie es scheint, durch die Bildung der Seitenwände auf der inneren Fläche des Embryosackes auftreten, ohne auch nur eine Spur von fester Substanz, weder von Kügelchen, noch von einem Zellenkerne zu enthalten.

h, einzelne ellipsoidische Zellen, welche sich auf der äufseren Fläche des Embryosackes bilden.

k der junge Embryo befestigt an dem breiten Träger k.

Fig. 12. Darstellung der kegelförmigen Spitze der inneren Eyhülle, welche die Spitze des in Fig. 11. dargestellten Embryosackes umschlofs, so dafs nur dessen Spitze a mit den Zellchen bei h Fig. 11. über das Endostomium a b c Fig. 12. hinausragte.

d e ist die Basis der kegelförmigen Spitze, welche sich über die Seitenwand f g hinaus erhebt.

Fig. 13. Darstellung d. Kernes aus d. Saamen von Euphorbia italica.

a die Spitze, b c die Basis des geradläufigen Eychen's.

d e der mittlere Theil des Embryosackes der an dem oberen Ende bei f, wie an dem unteren Ende bei g bedeutend angeschwollen und gänzlich mit dem Zellengewebe gefüllt ist, welches den Eyweifskörper darstellt.

Die Anschwellung des Embryosackes f steigt immer tiefer

nach der Basis des Kernes hinab, je mehr sich der Embryo h ausbildet und in die Tiefe des Embryosackes hineinragt.

Fig. 14. Ein regelmäfsig gekrümmtes Eychen der Saponaria officinalis.

a die Nabelschnur und b die Spitze des Eychen's.

Fig. 16. Besondere Darstellung der Spitze jenes Eychen's nach starker Vergröfserung. Das Endostomium c c ragt über das Exostomium a b hinaus und bildet eine trichterförmige Oeffnung.

Fig. 15. Ein junger Embryo aus der zweiten Entwicklungsperiode von Solanum nigrum. a b der Träger, c c die Embryokugel.

Fig. 17. Die weibliche Blüthe von Taxus baccata im Monat Januar. a der Blüthenstiel, b die Deckblättchen.

Fig. 18. Eben dieselbe Blüthenknospe nach dem Längenschnitte dargestellt. a der Blüthenstiel, b die Deckblätter, c die Oeffnung des Pistilles (Siehe hiezu im Texte pag. 108) und d der darin sitzende Nucleus.

Fig. 19. Darstellung der weiblichen Blüthe von Taxus baccata kurz vor der Befruchtungperiode. a der Blüthenstiel, b die Deckblättchen und c die Spitze oder die Narbe des Pistilles, welche weit über die Deckblättchen hinausragt.

Fig. 20. Eben dieselbe Blüthe nach dem Längendurchschnitt dargestellt. a der Blüthenstiel, b, b, b die Blüthenschuppen, d der Nucleus des Eychen's, welcher unmittelbar die Spitze des Blüthenstieles begrenzt und von der Eyhülle oder dem Pistille umschlossen wird. c der Styluskanal.

Fig. 21. Darstellung des Eychen's von Taxus gleich nach der Befruchtung.

e der Nucleus des Eychen's, f f die Pistillbildung, welche stark verdickt ist und auf ihrer Oberfläche noch eine feine, besondere Schicht i i zeigt, die aus den obersten Zellenschichten gebildet wird.

c c die Oeffnung der Narbe, in welcher der Kanal d zur Leitung des Pollenschlauches verläuft.

g der kurze Blüthenstiel und h h eine becherförmige Hülle, welche um die Basis des Eychen's, gleich dem Rudimente eines Arillus auftritt.

Fig. 22. Die Spitze des Nucleus (a a) von Phaseolus nanus mit der darin sitzenden Basis des Embryosackes b c c.

Fig. 23. Darstellung eines Eychen's von Epipactis gleich nach der Befruchtung.

a b die Nabelschnur,

b c d die äufsere Eyhülle,

e f das Endostomium oder die Spitze der inneren Eyhülle, welche hier noch bis lange nach der Befruchtung frei bleibt,

g zeigt den zum Embryosacke umgewandelten Kern in dessen Spitze,

h das Embryobläschen woran der Pollenschlauch i befestigt ist.

Fig. 24. Darstellung eines Embryosackes mit dem darin sitzenden Embryo von Helianthus annuus.

a das Mikropyl-Ende, b das Chalaza-Ende mit dem eigenthümlichen Anhange c, welcher dicht daneben in Fig. 25. nach einer starken Vergröfserung dargestellt ist, wozu die Erklärung schon im Texte pag. 303 gegeben ist.

Alphabetisches Sachregister.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

N.

O.

P.

T.

Z.

Gedruckt bei den Gebr. Unger.

D r u c k f e h l e r.

Pag. 241 lies Cereus nycticallus Lk. statt Cereus nyctagineus.
- 233 Zeile 25 v. ob. lies Analogie statt Analoga.
- 316 Zeile 6 v. ob. lies 27 und 28 statt 23 und 24.
- - - 10 v. ob. lies welchen statt welcher.

Schmidel ist mehrmals Schmiedel gedruckt.

Kleinere Druckfehler möge der geneigte Leser gütigst übersehen.





